زیستاز

# آزمون‌های
# شیمی پیشرفته

**آزمون مرحله ۱** | **۷ آبان ۱۴۰۵**

**دفترچه سوالات** | **پایه دوازدهم**

رشتهٔ علوم تجربی

| درس | مباحث | صفحات |
|---|---|---|
| شیمی ۱ | فصل ۱ دهم: کیهان، زادگاه عناصر | ۱ تا ۴۶ |

| ردیف | مواد امتحانی | تعداد سؤالات | از شمارهٔ | تا شمارهٔ | زمان پیشنهادی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | شیمی | ۲۰ | ۱ | ۲۰ | ۲۵ دقیقه |

چاپ، تکثیر، انتشار و یا استفاده از محتوای آزمون به هر نحوی غیرقانونی، غیراخلاقی و خلاف شرع بوده و با متخلفان برابر مقررات رفتار خواهد شد.



ویژه کنکور ۱۴۰۶

**۱- اگر در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های X و Y که متعلق به دورهٔ سوم جدول تناوبی، هستند شمار الکترون‌های جفت نشده برابر باشد، کدام عبارت در ارتباط با این دو عنصر نادرست است؟**

۱) تفاوت شمارهٔ گروه این دو عنصر در جدول تناوبی، به یقین عددی زوج است.

۲) آرایش الکترونی یون‌های تک‌اتمی و پایدار حاصل از این دو عنصر مشابه آرایش الکترونی دومین یا سومین گاز نجیب فراوان سیارهٔ مشتری است.

۳) اگر نماد شیمیایی هر دو عنصر X و Y دوحرفی باشد، ترکیب حاصل سفیدرنگ است.

۴) اگر در آرایش الکترونی عنصر X، شمار الکترون‌های با $l=0$ و $l=1$ با هم برابر باشد، مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی در اتم عنصر Y، برابر با ۱۸ خواهد بود.

**۲- باتوجه به نمودار داده شده که مربوط به رادیوایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن است، کدام مورد نادرست است؟**




۱) اختلاف شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های A و C، برابر با اختلاف شمار نوترون‌ها در سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم است.

۲) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ایزوتوپ E برابر با ۸ است.

۳) ایزوتوپ A در طبیعت یافت می‌شود و اگر ۱ گرم از این ایزوتوپ در دسترس باشد، بیش از ۱۰ سال زمان لازم است تا جرم آن به ۰/۵ گرم برسد.

۴) شمار خط‌های موجود در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی ایزوتوپ B، برابر با شمار نوترون‌ها در هستهٔ آن است.

**۳- باتوجه به جدول داده‌شده، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟**

| گونه | تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها |
|---|---|
| $^{65}X^{+}$ | ۸ |
| $^{26}Y$ | ۲ |
| $^{63}D^{2+}$ | ۷ |

**الف) اتم‌های D و X، یک مکان از جدول تناوبی را اشغال کرده و خواص شیمیایی یکسانی دارند.**

**ب) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در یون $^{65}X^{+}$، برابر با ۹۴ است.**

**پ) نسبت شمار نوترون‌ها به شمار الکترون‌ها در یون $^{26}Y^{2+}$، همانند همین نسبت در رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، بیشتر از ۱/۵ است.**

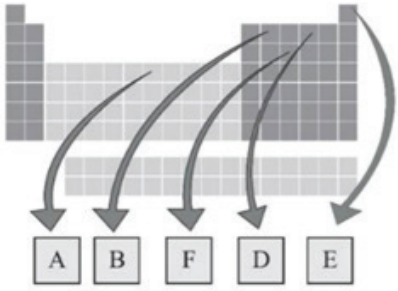
**ت) ترتیب $^{65}X^{+} > {}^{63}D^{2+} > {}^{26}Y$ را می‌توان به شمار نوترون‌های موجود در هستهٔ این سه گونه نسبت داد.**

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) پ و ت ۴) الف و ت

---

**محل انجام محاسبات**

**۴- شکل زیر بعضی عنصرها وموقعیت آن‌ها را در جدول تناوبی نشان می‌دهد. باتوجه به این جدول، کدام‌یک از مطالب پیشنهادشده نادرست است؟ (نمادهای داده شده فرضی است.)**




۱) شمار جفت الکترون‌ها در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصرهای E و F برابر است.

۲) یکی از ایزوتوپ‌های عنصر B برای تعریف مقیاس اندازه‌گیری جرم اتم‌ها به کار می‌رود.

۳) عنصرهای A و D فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ سیارهٔ زمین هستند.




۴) اگر شکل مقابل نشان دهندهٔ روند تشکیل عنصرها باشد، در جاهای خالی به‌ترتیب از چپ به راست می‌توان عنصرهای E، A و B را قرار داد.

**۵- در یک نمونه، شامل ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر کلر، شمار نوترون‌ها ۴۵۰ واحد از شمار پروتون‌ها بیشتر است. اگر جرم اتمی میانگین این نمونه، برابر با ۳۵/۸amu باشد، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر در این نمونه کدام است؟**

۱) ۱۸۸ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۶۶

**۶- دانشمندی عنصر جدید X را کشف می‌کند. وی برای اندازه‌گیری جرم مولی این عنصر جدید، ترکیب $XI_3$ را سنتز می‌کند. سپس جرم معینی از $XI_3$ را برداشته و به‌طور کامل در آب حل کرده و با افزودن مقدار اضافی از نمک $Pb(NO_3)_2$ و اندازه‌گیری جرم رسوب $PbI_2$، جرم مولی X را برابر با $350/1 g.mol^{-1}$ گزارش می‌کند. بررسی‌های دقیق‌تر نشان می‌دهد که نمونه $XI_3$ سنتز شده، خالص نبوده و حاوی ۵٪ مولی $XI_4$ نیز بوده است. در این صورت جرم مولی واقعی عنصر X چند گرم بر مول است؟ $(I=127, Pb=207 : g.mol^{-1})$**

۱) ۳۴۸/۲ ۲) ۳۶۲/۳ ۳) ۳۴۱/۹ ۴) ۳۵۵/۹

**۷- در نمونه‌ای به جرم ۱۳/۱۲ گرم از ترکیب یونی $X_2O_3$، تعداد $2/408\times10^{23}$ یون وجود دارد. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در کاتیون عنصر X در این ترکیب برابر با ۵ باشد، تفاوت‌شمار الکترون‌های با $l=2$ و $l=1$ در اتم X کدام است؟ $(O=16 g.mol^{-1})$**

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۶

محل انجام محاسبات

**۸- اگر جرم مولی برمید فلز M به جرم مولی اکسید فلز M برابر با $\frac{۲۵}{۷}$ باشد، جرم مولی فسفید فلز M به جرم مولی سولفید فلز M به تقریب کدام مقدار می‌تواند باشد؟ (فلز M جزو عنصرهای دستهٔ s جدول تناوبی است.) $(O=۱۶, P=۳۱, S=۳۲, Br=۸۰: g.mol^{-۱})$**

۱) ۲/۰۲ ۲) ۲/۲۸ ۳) ۲/۵۳ ۴) ۲/۷۶

**۹- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟**

**آ) در مورد اتم‌های هیدروژن و لیتیم، ایزوتوپ پایداری که شمار ذره‌های زیراتمی آن با هم برابر است، فراوانی کم‌تری در طبیعت دارد.**

**ب) ۲۶ درصد از عنصرهای شناخته شده، ساختگی بوده و بقیه در طبیعت یافت می‌شوند.**

**پ) فسفر از جمله عنصرهایی است که تمام ایزوتوپ‌های آن پایدار است.**

**ت) به گلوکزی که دست‌کم یک اتم مشخص آن با ایزوتوپی قابل ردیابی جایگزین شده است، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.**

۱) آ، ب ۲) آ، ت ۳) پ، ت ۴) ب، پ

**۱۰- فرض کنید سطح کشور ایران را با لایه‌ای تک‌اتمی از آهن خالص می‌پوشانیم. یعنی تمام سطح ایران دقیقاً با یک ردیف اتم آهن کنار هم پوشانده شده است. شمار مول اتم‌های آهن موجود در این لایهٔ تک‌اتمی روی سطح ایران به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ (شعاع اتمی آهن را ۱۲۶ پیکومتر و فاصلهٔ مستقیم ساری تا بندرعباس و فاصلهٔ مشهد تا ارومیه را به‌ترتیب حدود ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ کیلومتر در نظر بگیرید.)**

۱) $۱/۳\times۱۰^{۴}$ ۲) $۱/۳\times۱۰^{۶}$ ۳) $۳/۷\times۱۰^{۵}$ ۴) $۳/۷\times۱۰^{۷}$

**۱۱- کدام عبارت، نادرست است؟**

۱) نیمی از عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی، به‌صورت یون تک‌اتمی پایدار، در ساختار ترکیب‌های یونی در طبیعت مشاهده می‌شوند.

۲) در آرایش الکترون - نقطه‌ای نخستین عنصر جدول تناوبی که شمار الکترون‌ها با $l=۱$ و $l=۰$ اتم آن باهم برابر است، تعداد الکترون‌های منفرد با تعداد جفت الکترون‌ها برابر است.

۳) در دوره سوم جدول تناوبی، عنصری که در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم آن، شمار الکترون منفرد، سه برابر جفت الکترون‌ها است، در تشکیل ترکیب‌های یونی و مولکولی شرکت می‌کند.

۴) در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم هرکدام از عنصرهای سه دورهٔ نخست جدول تناوبی که در لایه ظرفیت خود، دو الکترون دارند، ۲ الکترون منفرد دیده می‌شود.

**محل انجام محاسبات**

**۱۲- باتوجه به آرایش الکترونی بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی اتم‌های داده شده، کدام موارد درست عنوان شده‌اند؟**

| نماد عنصر | A | X | E | D |
|---|---|---|---|---|
| آرایش الکترونی آخرین زیرلایه | $2p^2$ | $2p^4$ | $3s^2$ | $3p^1$ |

**آ) از واکنش E، با گازی که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد، ترکیبی حاصل می‌شود که در تشکیل هر مول از آن، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.**

**ب) از واکنش A با هیدروژن، می‌تواند مولکولی تشکیل شود که در آرایش الکترون - نقطه‌ای آن، تمام اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.**

**پ) در ترکیب حاصل از واکنش D و X، نسبت شمار کاتیون به آنیون، برابر $\frac{2}{3}$ بوده و فرمول شیمیایی ترکیب $X_3D_2$ است.**

**ت) از واکنش X، با فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره مشتری، می‌تواند ترکیبی حاصل شود که در آرایش الکترون - نقطه‌ای مولکول آن، دو جفت الکترون اشتراکی دیده می‌شود.**

۱) «آ» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «آ» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

**۱۳- کدام عبارت زیر، نادرست است؟**

۱) اتم سومین عنصر جدول دوره‌ای که ۸ الکترون ظرفیتی دارد، شامل ۳ زیرلایه ۶ الکترونی بوده و می‌تواند در تشکیل ترکیب‌های یونی شرکت کند.

۲) اولین عنصر جدول دوره‌ای که اتم آن، الکترون با $n+l=5$ دارد، با اولین عنصر دستهٔ p هم‌دورهٔ خود، تعداد الکترون ظرفیتی برابری دارد.

۳) مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیت اتم اولین عنصر جدول دوره‌ای که در آرایش الکترونی آن، ۵ زیرلایه با ۲ الکترون دیده می‌شود، برابر ۱۰ است.

۴) تفاوت عدد اتمی اولین عنصر دستهٔ f و آخرین عنصر دستهٔ d جدول، برابر با عدد اتمی یازدهمین عنصر دسته s جدول است.

**۱۴- کدام مطلب درست بیان شده است؟**

۱) بین سومین گاز نجیب جدول تناوبی و سومین عنصر گروه سیزدهم جدول، ۱۳ عنصر دیگر در جدول تناوبی وجود دارد.

۲) از واکنش ششمین عنصر دارای نماد شیمیایی دو حرفی جدول، با ششمین عنصر دارای نماد شیمیایی تک‌حرفی جدول، ترکیبی یونی با فرمول $XY_2$ تشکیل می‌شود.

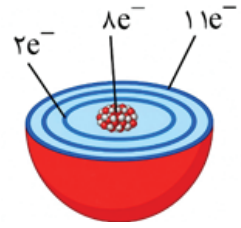
۳) کاتیون‌های عنصرهای دستهٔ s و p جدول، برخلاف کاتیون‌های اغلب عنصرهای دستهٔ d، همگی به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود می‌رسند.

۴) در ترکیب‌های یونی دوتایی، مجموع شمار یون‌های تشکیل دهندهٔ ترکیب، همواره برابر با مجموع قدرمطلق بار یون‌ها است.

---

**محل انجام محاسبات**

۱۵- باتوجه به ساختار لایه‌ای روبه‌رو، که گونه‌ای پایدار را نشان می‌دهد، کدام مطالب درست است؟




آ) گونه‌ای با ۲۱ الکترون است که می‌تواند اتم اسکاندیم با عدد اتمی ۲۱ را نشان دهد.

ب) اگر شمار الکترون‌های با $l=0$ آن، دو برابر شمار الکترون‌های با $l=2$ در اتم آن باشد، یون $_{23}X^{2+}$ را نشان می‌دهد.

پ) می‌تواند یون $M^{3+}$ باشد که در آرایش الکترونی اتم آن، دو زیرلایه نیمه‌پر دیده می‌شود.

ت) شمار الکترون‌های $l=1$ آن، سه برابر شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه آن است.

۱) «آ» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «آ» و «ب» ۴) «پ» و «ت»

۱۶- درصد جرمی اورانیم – ۲۳۵ در یک نمونه ۸۰۰ گرمی از اورانیم طبیعی برابر با ۰/۷٪ است. طی فرایند غنی‌سازی، این نمونه به دو بخش غنی شده و پسماند تقسیم می‌شود. اگر جرم بخش غنی شده ۱۵۰ گرم و درصد جرمی اورانیم در آن به ۳/۵٪ برسد، درصد جرمی اورانیم – ۲۳۵ در پسماند کدام است؟ (فرض کنید طی فرایند غنی‌سازی، هیچ جرمی از سامانه خارج نمی‌شود.)

۱) ۰/۰۵۳۸ ۲) ۰/۵۳۸ ۳) ۰/۰۴۱۲ ۴) ۰/۴۱۲

۱۷- در ارتباط با طیف نشری خطی مربوط به عنصرهای لیتیم، هلیم و سدیم، چه تعداد از عبارت‌های زیر به‌درستی بیان شده‌اند؟

آ) طیف نشری خطی، الگویی است که با عبور دادن نور نشر شده از ترکیب حاوی هرکدام از این سه عنصر از یک منشور به‌دست می‌آید.

ب) در طیف نشری خطی اتم لیتیم همانند اتم هیدروژن، فاصلهٔ نوارهای رنگی متوالی با افزایش طول موج آن‌ها به‌طور منظم زیاد می‌شود.

پ) در طیف نشری خطی اتم سدیم، ۷ پرتوی مرئی دیده می‌شود که همگی، طول موجی بالاتر از ۴۸۶ نانومتر دارند.

ت) خط نماد (بارکد) درج شده روی بسته‌بندی کالاها، نمونه‌ای از کاربرد طیف نشری خطی عنصرهای گوناگون است.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۸- کدام عبارت درست است؟

۱) مطابق مدل کوانتومی اتم، بازگشت الکترون از لایهٔ سوم به لایهٔ دوم، منجر به نشر نوری خواهد شد که مشابه رنگ شعله ترکیب‌های فلز لیتیم است.

۲) هنگام بازگشت الکترون اتم هیدروژن برانگیخته از $n=6$ به $n=1$، شمار پرتوهای فروسرخ > شمار پرتوهای فرابنفش > شمار پرتوهای مرئی است. ( با در نظر گرفتن همهٔ حالت‌های ممکن)

۳) هرچه سطح انرژی الکترون در یک لایهٔ الکترونی بیشتر باشد، انرژی لازم برای انتقال آن الکترون به لایهٔ الکترونی بعدی نیز بیشتر خواهد بود.

۴) مدل اتمی نیلز بور علی‌رغم اینکه توانست به کمک مفاهیم لایه و زیرلایه طیف نشری خطی اتم هیدروژن را توجیه کند، اما عمر زیادی نداشت.

---

محل انجام محاسبات

**۱۹- در مورد پرتوهای الکترومغناطیسی، کدام مطلب نادرست است؟**

۱) در یک پرتوی فروسرخ، فاصلهٔ یک قله و قعر متوالی آن می‌تواند برابر ۵۰۰ نانومتر باشد.

۲) اگر انرژی پرتوی مرئی $X$ بیشتر از پرتوی مرئی $Y$ باشد، هنگام عبور نور سفید خورشید از منشور، زاویهٔ پرتوی $X$ نسبت به سطح منشور بیشتر از پرتوی $Y$ است.

۳) طول موج پرتوهای الکترومغناطیس محدودهٔ کمتر از یک پیکومتر تا حداکثر یک متر را دربرمی‌گیرد.

۴) کنترل تلویزیون‌های معمولی اغلب با پرتوهایی کار می‌کند که طول موج بلندتر از نور مرئی دارند.

**۲۰- با در نظر گرفتن چهار دورهٔ نخست جدول تناوبی شمار عنصرهای کدام دو مجموعه با هم برابر است؟**

**a) عنصرهایی که اتم آن‌ها دارای ۸ الکترون ظرفیتی است.**

**b) عنصرهایی که آرایش الکترونی اتم آن‌ها به زیرلایهٔ نیمه‌پُر ختم می‌شود.**

**c) عنصرهایی که لایهٔ ظرفیت اتم آن‌ها فقط از زیرلایه یا زیرلایه‌هایی با دو الکترون تشکیل شده است.**

**d) عنصرهایی که اتم آن‌ها دارای ۱۰ الکترون با $l=2$ است.**

۱) a ،c　　۲) a ،b　　۳) c ،d　　۴) b ،d

---

**محل انجام محاسبات**

زیستاز

# آزمون‌های
# شیمی پیشرفته

**آزمون مرحله ۱** | **۷ آبان ۱۴۰۵**

**دفترچه پاسخ** | **پایه دوازدهم**

رشتهٔ علوم تجربی

| درس | گزینشگر و مسئول آزمون | ناظر علمی | پاسخنامه نویس |
|---|---|---|---|
| شیمی | پویا الفتی | مبینا کاووسی، حامد زارعی، شهرام شاه پرویزی | سروش عبادی |
| طراحان | پویا الفتی، مبینا کاووسی، سروش عبادی، امیرعلی برخورداریون | | |
| ویراستاران | مریم ابراهیمی، آرمین عظیمی، شهروان امیری | | |

چاپ، تکثیر، انتشار و یا استفاده از محتوای آزمون به هر نحوی غیرقانونی، غیراخلاقی و خلاف شرع بوده و با متخلفان برابر مقررات رفتار خواهد شد.

Zistase.ir

ویژه کنکور ۱۴۰۶

# پاسخنامه آزمون مرحله ۱

## شیمی دوازدهم | ۷ آبان ۱۴۰۵

**۱. اگر در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های X و Y که متعلق به دورهٔ سوم جدول تناوبی، هستند شمار الکترون‌های جفت نشده برابر باشد، کدام عبارت در ارتباط با این دو عنصر نادرست است؟**

۱) تفاوت شمارهٔ گروه این دو عنصر در جدول تناوبی، به یقین عددی زوج است.

۲) آرایش الکترونی یون‌های تک‌اتمی و پایدار حاصل از این دو عنصر مشابه آرایش الکترونی دومین یا سومین گاز نجیب فراوان سیارهٔ مشتری است.

۳) اگر نماد شیمیایی هر دو عنصر X و Y دوحرفی باشد، ترکیب حاصل سفیدرنگ است.

۴) اگر در آرایش الکترونی عنصر X، شمار الکترون‌های با $l=0$ و $l=1$ با هم برابر باشد، مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی در اتم عنصر Y، برابر با ۱۸ خواهد بود.

**پاسخ: گزینه ۴** دشوار - حفظی / مفهومی | ساختار اتم و رفتار آن

**پاسخ تشریحی:** آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرهای دورهٔ سوم جدول تناوبی به‌صورت زیر است:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Na· | Mg· | ·Al· | ·Si· | ·P· | :S· | :Cl· | :Ar: |

**بنابراین برای عنصرهای X و Y، می‌توان سه حالت زیر را در نظر گرفت:**

**حالت اول)** عنصرهای سدیم ($_{11}Na$) و کلر ($_{17}Cl$)

**حالت دوم)** عنصرهای منیزیم ($_{12}Mg$) و گوگرد ($_{16}S$)

**حالت سوم)** عنصرهای آلومینیم ($_{13}Al$) و فسفر ($_{15}P$)

در دورهٔ سوم، برای عنصر منیزیم ($_{12}Mg:[_{10}Ne]3s^2$)، شمار الکترون‌های زیرلایه‌های s (زیرلایهٔ با $l=0$) و p (زیرلایهٔ با $l=1$) برابر است؛ بنابراین عنصرهای X و Y به‌ترتیب منیزیم ($_{12}Mg$) و گوگرد ($_{16}S$) هستند. آرایش الکترونی اتم عنصر گوگرد ($_{16}S$) به‌صورت زیر است:

$$_{16}S:[_{10}Ne]\boxed{3s^2 3p^4} \Rightarrow \text{الکترون های ظرفیتی} \Rightarrow n+l=2(3+0)+4(3+1)=22$$

بنابراین مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیتی در اتم عنصر گوگرد، برابر با ۲۲ است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ ببینید:

حالت اول: $_{11}Na \Rightarrow$ گروه ۱، $_{17}Cl \Rightarrow$ گروه ۱۷ $\rightarrow$ تفاوت شمارهٔ گروه دو عنصر $= 17-1=16$

حالت دوم: $_{12}Mg \Rightarrow$ گروه ۲، $_{16}S \Rightarrow$ گروه ۱۶ $\rightarrow$ تفاوت شمارهٔ گروه دو عنصر $= 16-2=14$

حالت سوم: $_{13}Al \Rightarrow$ گروه ۱۳، $_{15}P \Rightarrow$ گروه ۱۵ $\rightarrow$ تفاوت شمارهٔ گروه دو عنصر $= 15-13=2$

بنابراین می‌توان گفت که تفاوت شمارهٔ گروه این دو عنصر در جدول تناوبی، به یقین عددی زوج است.

۲ در هرکدام از حالت‌های موردنظر، آرایش الکترونی یون‌های تک‌اتمی و پایدار حاصل، مشابه آرایش الکترونی گازهای نجیب نئون (سومین گاز نجیب فراوان سازندهٔ سیارهٔ مشتری) یا آرگون (دومین گاز نجیب فراوان سازندهٔ مشتری) است.

۳

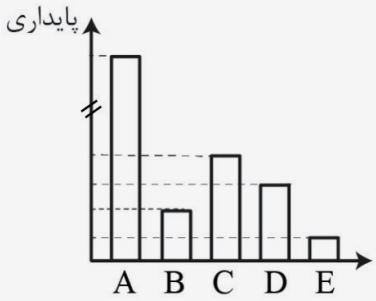
حالت اول: $Na^+ , Cl^- \Rightarrow NaCl$

حالت دوم: $Mg^{2+} , S^{2-} \Rightarrow MgS$

حالت سوم: $Al^{3+} , P^{3-} \Rightarrow AlP$

اگر نماد شیمیایی هر دو عنصر X و Y دوحرفی باشد، ترکیب یونی حاصل سدیم کلرید ($NaCl$) (نمک خوراکی) خواهد بود که سفید رنگ است.

**۲. باتوجه به نمودار داده شده که مربوط به رادیوایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن است، کدام مورد نادرست است؟**




۱) اختلاف شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های A و C، برابر با اختلاف شمار نوترون‌ها در سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم است.

۲) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ایزوتوپ E برابر با ۸ است.

۳) ایزوتوپ A در طبیعت یافت می‌شود و اگر ۱ گرم از این ایزوتوپ در دسترس باشد، بیش از ۱۰ سال زمان لازم است تا جرم آن به ۰/۵ گرم برسد.

۴) شمار خط‌های موجود در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی ایزوتوپ B، برابر با شمار نوترون‌ها در هستهٔ آن است.

**پاسخ: گزینه ۴** دشوار - حفظی | ایزوتوپ‌ها و رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن

## درسنامه: ایزوتوپ‌های هیدروژن

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۷ ایزوتوپ هیدروژن | ۳ ایزوتوپ طبیعی | پایدار | ${}_1^1H$ ← درصد فراوانی در طبیعت: بیش از ۹۹/۹ درصد |
| | | | ${}_1^2H$ ← درصد فراوانی در طبیعت: حدود ۰/۰۱ درصد |
| | | ناپایدار و پرتوزا | ${}_1^3H$ ← درصد فراوانی در طبیعت: ناچیز |
| | ۴ ایزوتوپ ساختگی | | ${}_1^4H, {}_1^5H, {}_1^6H, {}_1^7H$ ← درصد فراوانی در طبیعت: صفر |
| | | | مقایسه پایداری و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن: ${}_1^3H > {}_1^5H > {}_1^6H > {}_1^4H > {}_1^7H$ |

**پاسخ تشریحی:** باتوجه به نکتهٔ بالا، ابتدا ایزوتوپ‌های A تا E را به‌صورت زیر شناسایی می‌کنیم:

A: ایزوتوپ ${}_1^3H$ B: ایزوتوپ ${}_1^4H$

C: ایزوتوپ ${}_1^5H$ D: ایزوتوپ ${}_1^6H$

E: ایزوتوپ ${}_1^7H$

طیف نشری خطی برای یک عنصر و همهٔ ایزوتوپ‌های آن مشابه و برابر است؛ در نتیجه تعداد خطوط موجود در ناحیهٔ مرئی همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن برابر با ۴ است، اما حواستان باشد که در هستهٔ ایزوتوپ ${}_1^4B(H)$، ۳ نوترون وجود دارد!

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ اختلاف تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های ${}_1^3A(H)$ و ${}_1^5C(H)$، برابر با اختلاف عدد جرمی آن‌ها $۳-۵=۲$ است.

از طرفی منیزیم دارای سه ایزوتوپ طبیعی ${}^{24}Mg$، ${}^{25}Mg$ و ${}^{26}Mg$ است که تفاوت شمار نوترون‌ها در سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ برابر با ۲ است.

۲ مجموع شمار ذرات زیر اتمی (الکترون، پروتون و نوترون) در ایزوتوپ ${}_1^7E(H)$، برابر با ۸ می‌باشد.

$$e+p+n=۱+۱+۶=۸$$

۳ تنها رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، ${}_1^3H$ (ایزوتوپ A) است و چون نیم‌عمر این ایزوتوپ، ۱۲/۳۲ سال است، می‌توان گفت که بیش از ۱۰ سال طول می‌کشد تا جرم آن نصف شود.

**۳. باتوجه به جدول داده‌شده، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟**

| گونه | تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها |
|---|---|
| $^{۶۵}X^{+}$ | ۸ |
| $^{۲۶}Y$ | ۲ |
| $^{۶۳}D^{۲+}$ | ۷ |

**الف) اتم‌های D و X، یک مکان از جدول تناوبی را اشغال کرده و خواص شیمیایی یکسانی دارند.**

**ب) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در یون $^{۶۵}X^{+}$، برابر با ۹۴ است.**

**پ) نسبت شمار نوترون‌ها به شمار الکترون‌ها در یون $^{۲۶}Y^{۲+}$، همانند همین نسبت در رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، بیشتر از ۱/۵ است.**

**ت) ترتیب $^{۲۶}Y < ^{۶۳}D^{۲+} < ^{۶۵}X^{+}$ را می‌توان به شمار نوترون‌های موجود در هستهٔ این سه گونه نسبت داد.**

۱) الف و ب ۲) ب و پ ۳) پ و ت ۴) الف و ت

**پاسخ: گزینه ۴** دشوار - حفظی / مفهومی / محاسباتی | آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

**پاسخ تشریحی:** عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

ابتدا بیایید عدد اتمی عنصرهای D، X و Y را محاسبه کنیم:

$$\text{عنصر X}\begin{cases}N+Z=۶۵\\N-e=۸\\e=Z-۱\end{cases}\Rightarrow N-(Z-۱)=۸\rightarrow N-Z=۷\Rightarrow -N+Z=-۷\Rightarrow\begin{cases}N+Z=۶۵\\-N+Z=-۷\end{cases}$$

$$\overline{۲Z=۵۸\rightarrow Z=۲۹}$$

$$\text{عنصر D}\begin{cases}N+Z=۶۳\\N-e=۷\\e=Z-۲\end{cases}\rightarrow N-(Z-۲)=۷\rightarrow N-Z=۵\rightarrow -N+Z=-۵\Rightarrow\begin{cases}N+Z=۶۳\\-N+Z=-۵\end{cases}$$

$$\overline{۲Z=۵۸\rightarrow Z=۲۹}$$

$$\text{عنصر Y}\begin{cases}N+Z=۲۶\\N-Z=۲\rightarrow -N+Z=-۲\end{cases}$$

$$\overline{۲Z=۲۶-۲=۲۴\rightarrow Z=۱۲}$$

بنابراین نماد شیمیایی گونه‌های داده شده به‌صورت زیر است:

$$^{۲۶}_{۱۲}Y\ ,\ ^{۶۳}_{۲۹}D^{۲+}\ ,\ ^{۶۵}_{۲۹}X^{+}$$

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

**الف** اتم‌های $^{۶۵}_{۲۹}X$ و $^{۶۳}_{۲۹}D$ دارای عدد اتمی $(Z)$ یکسان و عدد جرمی $(A)$ متفاوت هستند؛ بنابراین ایزوتوپ (هم‌مکان) یکدیگر محسوب شده و در جدول تناوبی عنصرها، تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.

**ب** مجموع شمار ذره‌های زیراتمی (پروتون، الکترون و نوترون) در یون $^{۶۵}X^{+}$ برابر است با:

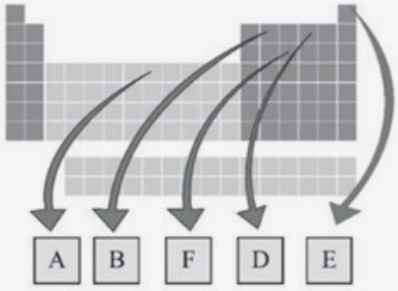
$$N+Z+e=\underbrace{N+Z}_{۶۵}+Z-۱=۶۵+۲۹-۱=۹۳$$

**پ** رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن، $^{۳}_{۱}H$ و نسبت شمار نوترون‌ها به الکترون‌ها در آن برابر با $\frac{۲}{۱}=۲$ است، اما در مورد یون $^{۲۶}_{۱۲}Y^{۲+}$ داریم:

$$\frac{N}{e}=\frac{A-Z}{Z-۲}=\frac{۱۴}{۱۰}=۱/۴$$

**ت** گونه‌های $^{۶۵}_{۲۹}X^{+}$، $^{۶۳}_{۲۹}D^{۲+}$ و $^{۲۶}_{۱۲}Y$ به‌ترتیب دارای ۳۶، ۳۴ و ۱۴ نوترون هستند؛ بنابراین مقایسهٔ داده شده درست است.

**۴. شکل زیر بعضی عنصرها وموقعیت آن‌ها را در جدول تناوبی نشان می‌دهد. باتوجه به این جدول، کدام‌یک از مطالب پیشنهادشده نادرست است؟ (نمادهای داده شده فرضی است.)**

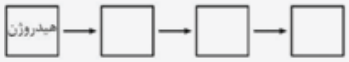



۱) شمار جفت الکترون‌ها در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصرهای E و F برابر است.

۲) یکی از ایزوتوپ‌های عنصر B برای تعریف مقیاس اندازه‌گیری جرم اتم‌ها به کار می‌رود.

۳) عنصرهای A و D فراوان‌ترین عنصرهای سازندهٔ سیارهٔ زمین هستند.

۴) اگر شکل مقابل نشان دهندهٔ روند تشکیل عنصرها باشد، در جاهای خالی به‌ترتیب از چپ به راست می‌توان عنصرهای A، E و B را قرار داد.




**پاسخ: گزینه ۴** متوسط - حفظی | طبقه‌بندی عنصرها

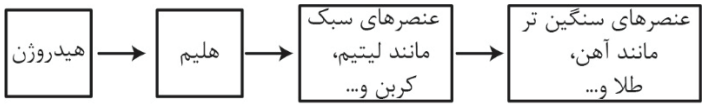
**پاسخ تشریحی:** نخست باتوجه به موقعیت در جدول، آن‌ها را شناسایی می‌کنیم:

$$\text{عنصر E} \xrightarrow{Z_E=۲} {}_{۲}\text{He عنصر} \quad , \quad \text{عنصر B} \xrightarrow{Z_B=۶} {}_{۶}\text{C عنصر}$$

$$\text{عنصر D} \xrightarrow{Z_D=۸} {}_{۸}\text{O عنصر} \quad , \quad \text{عنصر F} \xrightarrow{Z_F=۱۵} {}_{۱۵}\text{P عنصر}$$

$$\text{عنصر A} \xrightarrow{Z_A=۲۶} {}_{۲۶}\text{Fe عنصر}$$

در روند تشکیل عنصرها مطابق شکل زیر، عنصرهای هلیم (عنصر E) کربن (عنصر B) و آهن (عنصر A) را می‌توان به‌ترتیب از چپ به راست در جاهای خالی داده شده قرار دارد:




**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرهای هلیم (He) و فسفر (P) به‌صورت زیر است:

$$\text{He:} \quad .\ddot{\text{P}}.$$

بنابراین در آرایش الکترون - نقطه‌ای هر دو عنصر هلیم (He) و فسفر (P)، یک جفت الکترون وجود دارد.

۲ جرم اتم‌ها را با یکای جرم اتمی (amu) که معادل $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن ۱۲ ($_{۶}^{۱۲}\text{C}$) است، می‌سنجند، بنابراین از یکی از ایزوتوپ‌های عنصر کربن (C) برای تعریف مقیاس اندازه‌گیری جرم اتم‌ها استفاده می‌شود.

۳ عنصرهای آهن (Fe) و اکسیژن (O) به‌ترتیب اولین و دومین عنصر فراوان سازندهٔ سیارهٔ زمین هستند.

**۵. در یک نمونه، شامل ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر کلر، شمار نوترون‌ها ۴۵۰ واحد از شمار پروتون‌ها بیشتر است. اگر جرم اتمی میانگین این نمونه، برابر با $۳۵/۸\text{amu}$ باشد، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر در این نمونه کدام است؟**

۱) ۱۸۸ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۸۰ ۴) ۱۶۶

**پاسخ: گزینه ۲** دشوار - محاسباتی | جرم اتمی میانگین

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول)** عنصر کلر دارای دو ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ در طبیعت است که این ایزوتوپ‌ها به‌ترتیب دارای ۱۸ و ۲۰ نوترون هستند. اگر شمار ایزوتوپ‌های $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ موجود در نمونه را به‌ترتیب با $f_1$ و $f_2$ نمایش دهیم، باتوجه به تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در نمونه خواهیم داشت:

$$\begin{matrix}\text{مجموع شمار پروتون ها}=(f_1+f_2)\times 17=17f_1+17f_2\\ \text{مجموع شمار نوترون ها}=18f_1+20f_2\end{matrix}\Rightarrow(18f_1+20f_2)-(17f_1+17f_2)=450\Rightarrow f_1+3f_2=450$$

**گام دوم)** باتوجه به جرم اتمی میانگین کلر در نمونه، مقادیر $f_1$ و $f_2$ را به‌دست می‌آوریم:

$$M=M_1+\frac{f_2}{f_1+f_2}(M_2-M_1)\Rightarrow 35/8=35+\frac{f_2}{f_1+f_2}(2)\Rightarrow\frac{f_2}{f_1+f_2}=0/4\Rightarrow f_2=0/4f_1+0/4f_2$$

$$\Rightarrow 0/6f_2=0/4f_1\Rightarrow f_1=1/5f_2\,,\,f_1+3f_2=450\Rightarrow 1/5f_2+3f_2=450\Rightarrow 4/5f_2=450\Rightarrow f_2=100\,,\,f_1=150$$

**۶. دانشمندی عنصر جدید X را کشف می‌کند. وی برای اندازه‌گیری جرم مولی این عنصر جدید، ترکیب $XI_3$ را سنتز می‌کند. سپس جرم معینی از $XI_3$ را برداشته و به‌طور کامل در آب حل کرده و با افزودن مقدار اضافی از نمک $Pb(NO_3)_2$ و اندازه‌گیری جرم رسوب $PbI_2$، جرم مولی X را برابر با $350/1\,g.mol^{-1}$ گزارش می‌کند. بررسی‌های دقیق‌تر نشان می‌دهد که نمونه $XI_3$ سنتز شده، خالص نبوده و حاوی ۵٪ مولی $XI_4$ نیز بوده است. در این صورت جرم مولی واقعی عنصر X چند گرم بر مول است؟ $(I=127, Pb=207: g.mol^{-1})$**

۱) ۳۴۸/۲ ۲) ۳۶۲/۳ ۳) ۳۴۱/۹ ۴) ۳۵۵/۹

**پاسخ: گزینه ۴** دشوار - محاسباتی | شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

**پاسخ تشریحی:** جرم مولی یک ماده از تقسیم جرم آن ماده بر شمار مول‌های آن محاسبه می‌شود. باتوجه به اطلاعات داده شده مشخص است که در این سوال، جرم نمونهٔ مورد آزمایش، تغییر نکرده است، اما شمار مول‌های مادهٔ $XI_3$ در دو حالت متفاوت بوده است. از طرفی شمار مول‌های مادهٔ X نیز در دو حالت یکسان بوده است، اما شمار مول‌های I متفاوت بوده است. با فرض این‌که شمار مول‌های نمونهٔ اولیه برابر با یک باشد، می‌توان نوشت:

**حالت اول)** نمونه فقط شامل یک مول $XI_3$ بوده است:

$$\text{شمار مول های I}=1\,mol\,XI_3\times\frac{1\,mol\,I}{1\,mol\,XI_3}=3\,mol\,I$$

**حالت دوم)** نمونه شامل ۹۵ درصد مولی $XI_3$ و ۵ درصد مولی $XI_4$ بوده است:

$$\text{شمار مول های I}=(\frac{95}{100}\times 1\,mol\,XI_3\times\frac{3\,mol\,I}{1\,mol\,XI_3})+(\frac{5}{100}\times 1\,mol\,XI_4\times\frac{4\,mol\,I}{1\,mol\,XI_4})=3/05\,mol\,I$$

این دانشمند از روی جرم $PbI_2$، جرم مولی مادهٔ X را حساب کرده است. نسبت مولی X به I در $XI_3$، برابر با $\frac{1}{3}$ بوده است، در صورتی که بررسی‌های دقیق‌تر مطابق حالت دوم نشان می‌دهد که نسبت درست، برابر با $\frac{1}{3/05}$ بوده است:

$$\text{جرم مولی جدید مادهٔ X}=350/1\times\frac{3/05\,(\text{حالت دوم})}{3\,(\text{حالت اول})}=355/935\,g.mol^{-1}$$

**۷. در نمونه‌ای به جرم ۱۳/۱۲ گرم از ترکیب یونی $X_2O_3$، تعداد $2/408\times10^{23}$ یون وجود دارد. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در کاتیون عنصر X در این ترکیب برابر با ۵ باشد، تفاوت‌شمار الکترون‌های با $l=2$ و $l=1$ در اتم X کدام است؟ $(O=16\,g.mol^{-1})$**

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۶

**پاسخ: گزینه ۱** دشوار - محاسباتی | شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها + آرایش الکترونی اتم

**استراتژی** ابتدا باتوجه به اطلاعات داده شده، جرم مولی ترکیب $X_2O_3$ و هم‌چنین عنصر $X$ را حساب کنید، سپس باتوجه به این‌که جرم مولی عنصر $X$ از نظر عددی با عدد جرمی آن برابر است، با استفاده از تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در کاتیون این عنصر $(X^{3+})$، عدد اتمی این عنصر را به‌دست آورید. درنهایت آرایش الکترونی اتم عنصر $X$ را نوشته و خواستهٔ سوال را محاسبه کنید.

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول)** در نمونه‌ای به جرم ۱۳/۱۲ گرم از ترکیب یونی $X_2O_3$، $2/408\times10^{23}$ یون وجود دارد؛ بنابراین می‌توانیم جرم مولی این ترکیب یونی و هم‌چنین جرم مولی عنصر $X$ را محاسبه کنیم:

در هر مول ترکیب ینی $X_2O_3$، ۵ مول یون وجود دارد.

$$2/408\times10^{23}\text{ یون}\times\frac{1\text{mol یون}}{6/02\times10^{23}\text{ یون}}\times\frac{1\text{mol}X_2O_3}{5\text{mol یون}}\times\frac{(2M_X+48)X_2O_3}{1\text{mol}X_2O_3}=13/12\text{g}X_2O_3$$

$$\Rightarrow 2M_X+48=164\Rightarrow 2M_X=116\Rightarrow M_X=58\text{g.mol}^{-1}$$

**گام دوم)** باتوجه به این‌که جرم مولی عنصر $X$ از نظر عددی با عدد جرمی آن برابر است؛ در نتیجه با استفاده از تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در کاتیون این عنصر $(X^{3+})$، عدد اتمی این عنصر را به‌دست می‌آوریم:

**روش اول:**

$$A=N+Z=58$$

$$\begin{matrix}N-e=5\\e=Z-3\end{matrix}\Rightarrow\begin{cases}N=e+5\\Z=e+3\end{cases}\Rightarrow N=Z+2$$

بنابراین داریم:

$$\begin{cases}N+Z=58\\N=Z+2\end{cases}\Rightarrow 2Z+2=58\Rightarrow 2Z=56\Rightarrow Z=28$$

**روش دوم:**

**نکته** در مسائل مربوط به محاسبهٔ شمار ذره‌های زیراتمی، اگر عدد جرمی ( A یا مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها) و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها داده شود و گونهٔ موردنظر، اتم خنثی یا کاتیون باشد، می‌توان از فرمول زیر، استفاده کرد:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون ها و الکترون ها})+(\text{بار یون با علامت})}{2}=\frac{58-5+3}{2}=\frac{56}{2}=28$$

بنابراین عنصر $X$ همان عنصر نیکل $(_{28}Ni)$ است.

**گام سوم)** آرایش الکترونی اتم عنصر نیکل $(_{28}Ni)$ را نوشته و تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایه‌های d (زیرلایهٔ با $l=2$) و p (زیرلایهٔ با $l=1$) را مشخص می‌کنیم:

$$_{28}Ni:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^8\,4s^2\Rightarrow \text{تفاوت شمار الکترون های زیرلایه های d و p}=12-8=4$$

**۸. اگر جرم مولی برمید فلز M به جرم مولی اکسید فلز M برابر با $\frac{25}{7}$ باشد، جرم مولی فسفید فلز M به جرم مولی سولفید فلز M به تقریب کدام مقدار می‌تواند باشد؟(فلز M جزو عنصرهای دستهٔ s جدول تناوبی است.) $(O=16,P=31,S=32,Br=80:\text{g.mol}^{-1})$**

۱) ۲/۰۲ ۲) ۲/۲۸ ۳) ۲/۵۳ ۴) ۲/۷۶

**پاسخ: گزینه ۳** دشوار - حفظی / مفهومی | شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها + تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

**پاسخ تشریحی:** ابتدا باید ببینیم فلز M چه کاتیونی را تشکیل می‌دهد:

**حالت اول)** فرض می‌کنیم فلز M، کاتیون تک‌اتمی $M^+$ را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین فرمول شیمیایی برمید فلز M به‌صورت MBr و فرمول شیمیایی اکسید فلز M به‌صورت $M_2O$ خواهد بود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم مولی MBr}}{\text{جرم مولی }M_2O}=\frac{25}{7}\Rightarrow\frac{M_M+80}{2M_M+16}=\frac{25}{7}\Rightarrow 7M_M+560=50M_M+400\Rightarrow 43M_M=160\Rightarrow M_M=3/72\text{g.mol}^{-1}$$ غ ق ق

**حالت دوم)** فرض می‌کنیم فلز M، کاتیون تک‌اتمی $M^{2+}$ را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین فرمول شیمیایی برمید فلز M به‌صورت $MBr_2$ و فرمول شیمیایی اکسید فلز M به‌صورت MO خواهد بود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم مولی } MBr_2}{\text{جرم مولی } MO}=\frac{25}{7}\Rightarrow\frac{M_M+160}{M_M+16}=\frac{25}{7}\Rightarrow 7M_M+1120=25M_M+400$$

$$\Rightarrow 18M_M=720\Rightarrow M_M=40\,g.mol^{-1}\ \checkmark$$

بدین‌ترتیب می‌توان گفت که فرمول شیمیایی فسفید فلز M به‌صورت $M_3P_2$ و فرمول شیمیایی سولفید آن به‌صورت MS است؛ در نتیجه نسبت خواسته شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{جرم مولی } M_2P_3}{\text{جرم مولی } MS}=\frac{3(40)+2(31)}{40+32}=\frac{182}{72}\cong 2/53$$

**۹. کدام موارد از مطالب زیر درست است؟**

**آ) در مورد اتم‌های هیدروژن و لیتیم، ایزوتوپ پایداری که شمار ذره‌های زیراتمی آن با هم برابر است، فراوانی کم‌تری در طبیعت دارد.**

**ب) ۲۶ درصد از عنصرهای شناخته شده، ساختگی بوده و بقیه در طبیعت یافت می‌شوند.**

**پ) فسفر از جمله عنصرهایی است که تمام ایزوتوپ‌های آن پایدار است.**

**ت) به گلوکزی که دست‌کم یک اتم مشخص آن با ایزوتوپی قابل ردیابی جایگزین شده است، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.**

۱) آ، ب ۲) آ، ت ۳) پ، ت ۴) ب، پ

**پاسخ: گزینه ۲** ساده - حفظی | تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر + کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

**پاسخ تشریحی:** عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

**الف** عنصر هیدروژن (H)، دارای دو ایزوتوپ پایدار $^1H$ و $^2H$ است که ایزوتوپ $^1H$، فراوانی بیشتر و ایزوتوپ $^2H$، فراوانی کم‌تری در طبیعت دارد. ایزوتوپ $^1H$، دارای یک پروتون و یک الکترون و ایزوتوپ $^2H$، دارای یک پروتون، یک نوترون و یک الکترون است؛ بنابراین شمار ذره‌های زیراتمی در ایزوتوپ $^2H$ با هم برابر است و این ایزوتوپ نسبت به ایزوتوپ پایدار دیگر این عنصر ($^1H$)، فراوانی کم‌تری در طبیعت دارد. هم‌چنین عنصر لیتیم (Li) نیز دارای دو ایزوتوپ پایدار $^6Li$ و $^7Li$ بوده که در ایزوتوپ $^6Li$، شمار ذره‌های زیراتمی با هم برابر است (این ایزوتوپ دارای سه پروتون، سه نوترون و سه الکترون می‌باشد.) ایزوتوپ $^6Li$ فراوانی کم‌تری و ایزوتوپ $^7Li$، فراوانی بیشتری در طبیعت دارد.

**نکته** در جدول زیر، ایزوتوپ‌های معرفی شده در کتاب درسی را برای شما آورده‌ایم:

| عنصر | شمار ایزوتوپ‌های طبیعی | نماد ایزوتوپ‌های طبیعی | ایزوتوپی با فراوانی بیشتر |
|---|---|---|---|
| منیزیم ($_{12}Mg$) | ۳ | $^{24}_{12}Mg, ^{25}_{12}Mg, ^{26}_{12}Mg$ | $^{24}_{12}Mg$ (ایزوتوپ سبک‌تر) |
| لیتیم ($_3Li$) | ۲ | $^6_3Li, ^7_3Li$ | $^7_3Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر) |
| هیدروژن ($_1H$) | ۳ | $^1_1H, ^2_1H, ^3_1H$ | $^1_1H$ (ایزوتوپ سبک‌تر) |
| کلر ($_{17}Cl$) | ۲ | $^{35}_{17}Cl, ^{37}_{17}Cl$ | $^{35}_{17}Cl$ (ایزوتوپ سبک‌تر) |

**ب** تاکنون در جهان ۱۱۸ عنصر شناخته شده که در میان آن‌ها، ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند؛ این بدان معناست که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی هستند (نه ۲۶ درصدا) و در طبیعت وجود ندارند؛ بنابراین می‌توان گفت که تقریباً $\frac{۲۶}{۱۱۸}\times ۱۰۰ = ٪۲۲$ از عنصرهای شناخته شده ساختگی هستند و در طبیعت یافت نمی‌شوند.

**پ** **فسفر دارای رادیوایزوتوپ است** که دست‌کم یکی از رادیوایزوتوپ‌های این عنصر در ایران تولید شده است.

**ت** به گلوکز حاوی اتم پرتوزا (که با آشکارساز پرتو قابل ردیابی است)، گلوگز نشان‌دار گفته می‌شود که برای تشخیص توده‌های سرطانی از آن استفاده می‌شود.

**۱۰. فرض کنید سطح کشور ایران را با لایه‌ای تک‌اتمی از آهن خالص می‌پوشانیم. یعنی تمام سطح ایران دقیقاً با یک ردیف اتم آهن کنار هم پوشانده شده است. شمار مول اتم‌های آهن موجود در این لایهٔ تک‌اتمی روی سطح ایران به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟ (شعاع اتمی آهن را ۱۲۶ پیکومتر و فاصلهٔ مستقیم ساری تا بندرعباس و فاصلهٔ مشهد تا ارومیه را به‌ترتیب حدود ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ کیلومتر در نظر بگیرید.)**

۱) $۱/۳\times ۱۰^{۴}$ ۲) $۱/۳\times ۱۰^{۶}$ ۳) $۳/۷\times ۱۰^{۵}$ ۴) $۳/۷\times ۱۰^{۷}$

**پاسخ: گزینه ۴** متوسط - محاسباتی | شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

**پاسخ تشریحی:** کشور ایران را می‌توانیم به شکل مستطیلی در نظر بگیریم که فاصلهٔ مستقیم مشهد تا ارومیه، طول این مستطیل و فاصلهٔ مستقیم ساری تا بندرعباس، عرض آن را تشکیل می‌دهند؛ ببینید:




شمار اتم‌ها را در طول ایران و هم‌چنین عرض آن به‌دست می‌آوریم:

$$\text{تعداد اتم‌ها در طول ایران} = \frac{۱/۳\times ۱۰^{۶}}{(۲\times ۱۲۶)\times ۱۰^{-۱۲}} \cong ۵/۱۶\times ۱۰^{۱۵}$$

$$\text{تعداد اتم‌ها در عرض ایران} = \frac{۱/۱\times ۱۰^{۶}}{(۲\times ۱۲۶)\times ۱۰^{-۱۲}} \cong ۴/۳۶\times ۱۰^{۱۵}$$

حاصل‌ضرب این دو عدد به تقریب $۲۲/۵\times ۱۰^{۳۰}$ و برابر با شمار اتم‌های آهن موجود در مساحت ایران است. حال باید شمار مول اتم‌های آهن موجود روی سطح ایران را محاسبه کنیم:

$$۲۲/۵\times ۱۰^{۳۰}\text{اتم Fe}\times \frac{۱\text{mol Fe}}{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}\text{اتم Fe}} \cong ۳/۷\times ۱۰^{۷}\text{mol Fe}$$

**۱۱. کدام عبارت، نادرست است؟**

۱) نیمی از عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی، به‌صورت یون تک‌اتمی پایدار، در ساختار ترکیب‌های یونی در طبیعت مشاهده می‌شوند.

۲) در آرایش الکترون - نقطه‌ای نخستین عنصر جدول تناوبی که شمار الکترون‌ها با $l=1$ و $l=0$ اتم آن باهم برابر است، تعداد الکترون‌های منفرد با تعداد جفت الکترون‌ها برابر است.

۳) در دوره سوم جدول تناوبی، عنصری که در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم آن، شمار الکترون منفرد، سه برابر جفت الکترون‌ها است، در تشکیل ترکیب‌های یونی و مولکولی شرکت می‌کند.

۴) در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم هرکدام از عنصرهای سه دورهٔ نخست جدول تناوبی که در لایه ظرفیت خود، دو الکترون دارند، ۲ الکترون منفرد دیده می‌شود.

**پاسخ: گزینه ۴** متوسط - حفظی / مفهومی | ساختار اتم و رفتار آن

**پاسخ تشریحی:** آرایش الکترونی اتم عنصر هلیم ($_2He$) به‌صورت مقابل بوده و در لایهٔ ظرفیت اتم این عنصر، دو الکترون وجود دارد:

$$_2He: \boxed{1s^2} \Rightarrow ۲\text{الکترون ظرفیتی}$$

در آرایش الکترون - نقطه‌ای این عنصر که به عنوان یک گاز نجیب تمایلی برای انجام واکنش ندارد، الکترون‌ها به‌صورت جفت نمایش داده می‌شوند؛ یعنی آرایش الکترون - نقطه‌ای هلیم به‌صورت $He:$ است؛ نه $He^{\circ}$!

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ در دورهٔ دوم جدول تناوبی، عنصرهای زیر یون‌های تک‌اتمی پایدار تشکیل می‌دهند:

| گاز نجیب همان دوره | ۱۷ | ۱۶ | ۱۵ | ۱۴ | ۱۳ | ۲ | ۱ | گروه / دوره | گاز نجیب دورهٔ قبل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Rightarrow {}_{10}Ne$ | $_9F^-$ | $_8O^{2-}$ | $_7N^{3-}$ | - | - | - | $_3Li^+$ | ۲ | $\Leftarrow {}_2He$ |

بنابراین می‌توان گفت که در میان عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی، چهار عنصر لیتیم، نیتروژن، اکسیژن و فلوئور، یون‌های تک‌اتمی $Li^+$، $N^{3-}$، $O^{2-}$ و $F^-$ را تشکیل می‌دهند؛ در نتیجه $\frac{4}{8}\times 100 = 50\%$ از عنصرهای این دوره، به‌صورت یون‌های تک‌اتمی پایدار، در ساختار ترکیب‌های یونی در طبیعت مشاهده می‌شوند.

**موشکافی** در دورهٔ دوم جدول تناوبی، بریلیم ($_4Be$) تمایلی به تشکیل یون $Be^{2+}$ نداشته و به جای آن، الکترون به اشتراک می‌گذارد؛ زیرا شعاع یونی آن بسیار کوچک و در نتیجه چگالی بار سطحی آن بسیار زیاد است؛ به همین دلیل ناپایدار بوده و در حالت طبیعی تشکیل نمی‌شود. هم‌چنین بور ($_5B$) نیز یون $B^{3+}$ تشکیل نمی‌دهد و به جای آن الکترون به اشتراک می‌گذارد. تاکنون از عنصر کربن ($_6C$) نیز یون تک اتمی $C^{4+}$ یا $C^{4-}$ در هیچ ترکیبی شناخته نشده است و این عنصر با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسد. هم‌چنین گاز نجیب نئون ($_{10}Ne$) نیز در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شود.

۲ آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم اکسیژن ($O$) به‌صورت زیر است:

$$\ddot{O}:$$

نخستین عنصر جدول تناوبی که شمار الکترون‌های با $l=0$ (زیرلایهٔ s) و $l=1$ (زیرلایهٔ p) اتم آن باهم برابر است، $_8O$ می‌باشد:

$$_8O: 1s^2\,2s^2\,2s^4$$

بدین‌ترتیب می‌توان گفت که در آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصر اکسیژن ($O$)، دو جفت الکترون و دو الکترون منفرد وجود دارد؛ بنابراین در آرایش الکترون - نقطه‌ای این عنصر، شمار الکترون‌های منفرد با شمار جفت الکترون‌ها برابر است.

۳ در آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرهای گروه ۱۵ جدول تناوبی، سه الکترون منفرد و یک جفت الکترون وجود دارد؛ بنابراین می‌توان گفت که در آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرهای این گروه، شمار الکترون‌های منفرد، سه برابر شمار جفت الکترون‌ها است. عنصر دورهٔ سوم و گروه ۱۵ جدول تناوبی، فسفر ($_{15}P$) با آرایش الکترون - نقطه‌ای زیر است:

$\dot{\underset{\cdot\cdot}{P}}:$

فسفر ($_{15}P$) می‌تواند سه الکترون بگیرد و با تبدیل شدن به یون $P^{3-}$ به آرایش هشت‌تایی پایدار گاز نجیب پس از خود برسد؛ بدین ترتیب می‌تواند در تشکیل ترکیب‌های یونی شرکت کند. هم‌چنین می‌تواند با اشتراک گذاشتن الکترون، در تشکیل ترکیب‌های مولکولی نیز شرکت کند.

**۱۲. باتوجه به آرایش الکترونی بیرونی‌ترین زیرلایهٔ الکترونی اتم‌های داده شده، کدام موارد درست عنوان شده‌اند؟**

| نماد عنصر | D | E | X | A |
|---|---|---|---|---|
| آرایش الکترونی آخرین زیرلایه | $3p^1$ | $3s^2$ | $2p^4$ | $2p^2$ |

**آ) از واکنش E، با گازی که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد، ترکیبی حاصل می‌شود که در تشکیل هر مول از آن، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود.**

**ب) از واکنش A با هیدروژن، می‌تواند مولکولی تشکیل شود که در آرایش الکترون - نقطه‌ای آن، تمام اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.**

**پ) در ترکیب حاصل از واکنش D و X، نسبت شمار کاتیون به آنیون، برابر $\frac{2}{3}$ بوده و فرمول شیمیایی ترکیب $X_3D_2$ است.**

**ت) از واکنش X، با فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره مشتری، می‌تواند ترکیبی حاصل شود که در آرایش الکترون - نقطه‌ای مولکول آن، دو جفت الکترون اشتراکی دیده می‌شود.**

۱) «آ» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «آ» و «پ» ۴) «ب» و «ت»

**پاسخ: گزینه ۱** دشوار - مفهومی / مهارت | آرایش الکترونی اتم + تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

**سرنخ** شمار الکترون‌های مبادله شده در تشکیل هر واحد فرمولی از ترکیب یونی، برابر است با:

شمار (زیروند) آنیون × قدرمطلق بار آنیون = شمار (زیروند) کاتیون × بار کاتیون = شمار الکترون‌های مبادله شده

**پاسخ تشریحی:** عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

ابتدا بیایید عنصرها را شناسایی کنیم:

$A:\ldots 2p^2 \Rightarrow A:[_2He]2s^2 2p^2 \Rightarrow (_6C)$ عنصر کربن

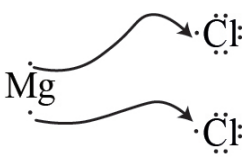
$X:\ldots 2p^4 \Rightarrow X:[_2He]2s^2 2p^4 \Rightarrow (_8O)$ عنصر اکسیژن

$E:\ldots 3s^2 \Rightarrow E:[_{10}Ne]3s^2 \Rightarrow (_{12}Mg)$ عنصر منیزیم

$D:\ldots 3P^1 \Rightarrow D:[_{10}Ne]3s^2 3P^1 \Rightarrow (_{13}Al)$ عنصر آلومینیم

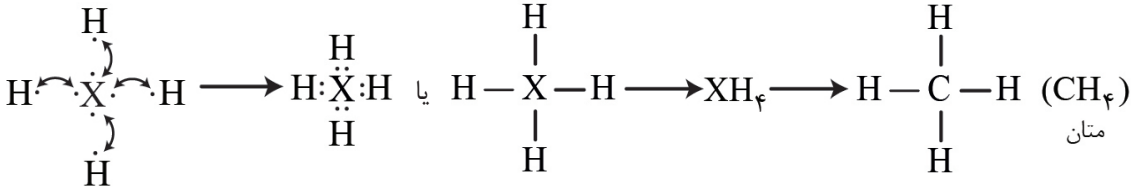
**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

**الف** گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد، از مولکول‌های دو اتمی ($Cl_2$) تشکیل شده است. از واکنش منیزیم ($Mg$)، با کلر ($Cl_2$)، ترکیب یونی منیزیم کلرید ($MgCl_2$) تشکیل می‌شود که در تشکیل هر مول از آن، دو مول الکترون مبادله می‌شود.




شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل $MgCl_2$ = تعداد آنیون (۲) × قدرمطلق بار آنیون (۱) یا تعداد کاتیون (۱) × بار کاتیون (۲) = ۲

**ب** عنصرهای گروه ۱۴ دارای ۴ الکترون منفرد در آرایش الکترون - نقطه‌ای خود هستند؛ بنابراین داریم:




در ساختار لوویس مولکول متان ($CH_4$)، اتم کربن به آرایش هشت‌تایی می‌رسد، درحالی که اتم‌های هیدروژن، با رسیدن به آرایش دوتایی پایدار می‌شوند!

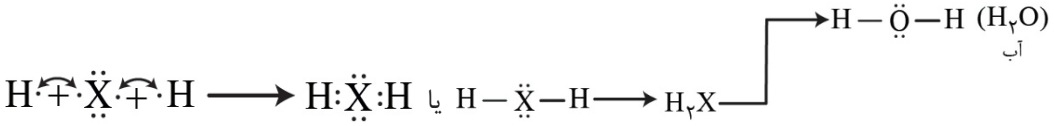
**پ** فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از عنصرهای D یعنی آلومینیم ($Al$) و X یعنی به‌صورت زیر است:

$$Al^{3+}O^{2-} \Rightarrow Al_2O_3$$

بنابراین فرمول ترکیب باید به صورت $D_2X_3$ نوشته شود، نه $X_3D_2$!

نسبت‌شمار کاتیون به آنیون در این ترکیب یونی، برابر با $\frac{2}{3}$ است.

**ت** فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری، عنصر هیدروژن ($H$) است. اتم عنصرهای گروه ۱۶ (مانند اکسیژن ($O$))، دو الکترون منفرد در آرایش الکترون - نقطه‌ای خود دارند؛ پس هر اتم از آن‌ها می‌تواند با دو اتم هیدروژن الکترون به اشتراک گذارد؛ ببینید:




مشخص است که در ساختار لوویس مولکول آب، دو پیوند اشتراکی (جفت الکترون پیوندی) وجود دارد.

**۱۳. کدام عبارت زیر، نادرست است؟**

۱) اتم سومین عنصر جدول دوره‌ای که ۸ الکترون ظرفیتی دارد، شامل ۳ زیرلایه ۶ الکترونی بوده و می‌تواند در تشکیل ترکیب‌های یونی شرکت کند.

۲) اولین عنصر جدول دوره‌ای که اتم آن، الکترون با $n+l=5$ دارد، با اولین عنصر دستهٔ p هم‌دورهٔ خود، تعداد الکترون ظرفیتی برابری دارد.

۳) مجموع $n+l$ الکترون‌های ظرفیت اتم اولین عنصر جدول دوره‌ای که در آرایش الکترونی آن، ۵ زیرلایه با ۲ الکترون دیده می‌شود، برابر ۱۰ است.

۴) تفاوت عدد اتمی اولین عنصر دستهٔ f و آخرین عنصر دستهٔ d جدول، برابر با عدد اتمی یازدهمین عنصر دسته s جدول است.

**پاسخ: گزینه ۳** دشوار - مفهومی / مهارتی | توزیع الکترون در لایه‌ها و زیرلایه‌ها + آرایش الکترونی اتم

**نکته**

| نوع دسته | آرایش الکترون‌های ظرفیت | تعداد الکترون‌های ظرفیت |
|---|---|---|
| s (گروه‌های ۱ و ۲ هلیم) | ns | توان ns<br>(تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی) |
| d (گروه‌های ۳ تا ۱۲) | $(n-1)d\,ns$ | مجموع توان ns و $(n-1)d$<br>(تعداد الکترون‌های دو زیرلایهٔ آخر) |
| p (گروه‌های ۱۳ تا ۱۸) | $ns\,np$ | مجموع توان ns و np<br>(تعداد الکترون‌های بیرون‌ترین لایهٔ الکترونی) |

**پاسخ تشریحی:** اولین عنصر جدول تناوبی که در آرایش الکترونی اتم آن، ۵ زیرلایهٔ دو الکترونی وجود دارد، عنصر تیتانیم ($_{22}Ti$) با آرایش الکترونی زیر است:

$$_{22}Ti: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,\boxed{3d^2\,4s^2} \Rightarrow \text{مجموع}(n+l)\text{الکترون های ظرفیتی} = 2(3+2)+2(4+0)=18$$

بنابراین مجموع $(n+l)$ الکترون‌های ظرفیتی در اتم تیتانیم $(_{۲۲}Ti)$، برابر با ۱۸ است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ سومین عنصر جدول تناوبی که ۸ الکترون ظرفیتی دارد، آهن $(_{۲۶}Fe)$ است که آرایش الکترونی اتم آن به‌صورت زیر است:

$$_{۲۶}Fe: ۱s^۲ ۲s^۲ \boxed{۲p^۶} ۳s^۲ \boxed{۳p^۶ ۳d^۶} ۴s^۲ \Rightarrow ۳ \text{ زیرلایهٔ } ۶ \text{ الکترونی}$$

این عنصر می‌تواند با تشکیل کاتیون‌های $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ در تشکیل ترکیب‌های یونی شرکت کند.

۲ اولین عنصر جدول تناوبی که اتم آن الکترون با $n+l=۵$ دارد، اسکاندیم $(_{۲۱}Sc)$ به عنوان نخستین عنصر دستهٔ d است که دورهٔ چهارم جدول تناوبی قرار دارد و دارای آرایش الکترونی زیر است:

$$_{۲۱}Sc: [_{۱۸}Ar] \boxed{۳d^۱ ۴s^۲} \Rightarrow ۳ \text{ الکترون ظرفیتی}$$

هم‌چنین نخستین عنصر دستهٔ p هم‌دوره با $(_{۲۱}Sc)$ (دورهٔ چهارم)، گالیم $(_{۳۱}Ga)$ با آرایش الکترونی زیر است:

$$_{۳۱}Ga: [_{۱۸}Ar] ۳d^{۱۰} \boxed{۴s^۲ ۴p^۱} \Rightarrow ۳ \text{ الکترون ظرفیتی}$$

۴

**آفرود**

| دوره | عددهای اتمی عنصرهای دستهٔ p | عددهای اتمی عنصرهای دستهٔ d | عددهای اتمی عنصرهای دستهٔ f |
|---|---|---|---|
| ۲ | ۱۰-۵ | - | - |
| ۳ | ۱۸-۱۳ | - | - |
| ۴ | ۳۶-۳۱ | ۳۰-۲۱ | - |
| ۵ | ۵۴-۴۹ | ۴۸-۳۹ | - |
| ۶ | ۸۶-۸۱ | ۸۰-۷۱ | ۷۰-۵۷ |
| ۷ | ۱۱۸-۱۱۳ | ۱۱۲-۱۰۳ | ۱۰۲-۸۹ |

نخستین عنصر دستهٔ f جدول تناوبی، عنصر (لانتان $(_{۵۷}La)$) با عدد اتمی ۵۷ و آخرین عنصر دستهٔ d جدول تناوبی، عنصر (کوپرنسیم $(_{۱۱۲}Cn)$) با عدد اتمی ۱۱۲ است؛ بنابراین تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر با $۱۱۲-۵۷=۵۵$ است. هم‌چنین یازدهمین عنصر دستهٔ s جدول تناوبی نیز، سزیم $(_{۵۵}Cs)$ با عدد اتمی ۵۵ است.

**۱۴. کدام مطلب درست بیان شده است؟**

۱) بین سومین گاز نجیب جدول تناوبی و سومین عنصر گروه سیزدهم جدول، ۱۳ عنصر دیگر در جدول تناوبی وجود دارد.

۲) از واکنش ششمین عنصر دارای نماد شیمیایی دو حرفی جدول، با ششمین عنصر دارای نماد شیمیایی تک‌حرفی جدول، ترکیبی یونی با فرمول $XY_۲$ تشکیل می‌شود.

۳) کاتیون‌های عنصرهای دستهٔ s و p جدول، برخلاف کاتیون‌های اغلب عنصرهای دستهٔ d ، همگی به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود می‌رسند.

۴) در ترکیب‌های یونی دوتایی، مجموع شمار یون‌های تشکیل دهندهٔ ترکیب، همواره برابر با مجموع قدرمطلق بار یون‌ها است.

**پاسخ: گزینه ۲** متوسط - حفظی / مفهومی | تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

**پاسخ تشریحی:** سه دورهٔ نخست جدول تناوبی به‌صورت زیر است:

| | ۱ | | | | | | | ۱۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ H هیدروژن ۱/۰۰۸ | ۳ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۲ He هلیم ۴/۰۰۲ |
| ۲ | ۳ Li لیتیوم ۶/۹۴ | ۴ Be بریلیم ۹/۰۲ | ۵ B بور ۱۰/۸۱ | ۶ C کربن ۱۲/۰۱ | ۷ N نیتروژن ۱۴/۰۱ | ۸ O اکسیژن ۱۶/۰۰ | ۹ F فلوئور ۱۹/۰۰ | ۱۰ Ne نئون ۲۰/۱۸ |
| ۳ | ۱۱ Na سدیم ۲۲/۹۹ | ۱۲ Mg منیزیم ۲۴/۳۲ | ۱۳ Al آلومینیوم ۲۶/۹۸ | ۱۴ Si سیلیسیم ۲۸/۰۱ | ۱۵ P فسفر ۳۰/۹۷ | ۱۶ S گوگرد ۳۲/۰۶ | ۱۷ Cl کلر ۳۵/۴۵ | ۱۸ Ar آرگون ۳۹/۹۸ |

بنابراین ششمین عنصر دارای نماد شیمیایی تک‌حرفی در جدول تناوبی، فلوئور ($_{۹}F$) و ششمین عنصر دارای نماد شیمیایی دوحرفی در جدول تناوبی، منیزیم ($_{۱۲}Mg$) است که در واکنش با یکدیگر، ترکیب یونی منیزیم فلوئورید ($MgF_۲$) را تشکیل می‌دهند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ سومین گاز نجیب جدول تناوبی، آرگون ($_{۱۸}Ar$) و سومین عنصر گروه سیزدهم جدول تناوبی، گالیم ($_{۳۱}Ga$) است. شمار عنصرهای میان این دو عنصر در جدول تناوبی، برابر با $(۳۱-۱۸)-۱=۱۲$ است.

**آفرود** شمار عنصرهای میان دو عنصر $_{۱۸}Ar$ و $_{۳۱}Ga$ در جدول تناوبی، یک واحد کم‌تر از عدد اتمی آن‌ها است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد عنصرهای میان دو عنصر } {}_{۱۸}Ar \text{ و } {}_{۳۱}Ga = (۳۱-۱۸)-۱=۱۲$$

۳ اغلب کاتیون‌های دستهٔ d از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی نمی‌کنند و بدون رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب، به پایداری می‌رسند؛ ببینید:

$$_{۲۴}Cr:[_{۱۸}Ar]۳d^۵۴s^۱ \Rightarrow \begin{cases} Cr^{۲+}:[_{۱۸}Ar]۳d^۴ \\ Cr^{۳+}:[_{۱۸}Ar]۳d^۳ \end{cases}$$

$$_{۲۹}Cu:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^۱ \Rightarrow \begin{cases} Cu^{+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰} \\ Cu^{۲+}:[_{۱۸}Ar]۳d^۹ \end{cases}$$

در مورد فلزهای دستهٔ s و p توجه داشته باشید که فلزهای دستهٔ s (فلزهای گروه اول و دوم) به آرایش پایدار گاز نجیب می‌رسند، البته به جز Be که یون تک‌اتمی پایدار تشکیل نمی‌دهد. اما در میان فلزهای دستهٔ p، فقط آلومینیم ($_{۱۳}Al$) با تشکیل کاتیون $_{۱۳}Al^{۳+}$ به آرایش گاز نجیب نئون ($_{۱۰}Ne$) می‌رسد و یون‌های فلزهای دیگر با تشکیل کاتیون، به آرایش الکترونی گازهای نجیب نمی‌رسند، ببینید:

$$_{۱۳}Al:[_{۱۰}Ne]۳s^۲۳p^۱ \Rightarrow Al^{۳+}:[_{۱۰}Ne]$$

$$_{۳۱}Ga:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^۲۴p^۱ \Rightarrow Ga^{۳+}:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}$$

**نکته**

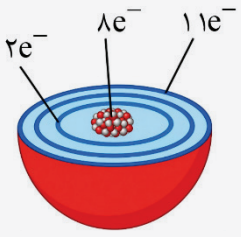
- فلزهای دستهٔ s (فلزهای قلیایی وقلیایی‌خاکی به‌جز بریلیم) ← همگی با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب می‌رسند. (حواستون باشه لیتیم به آرایش دوتایی گاز نجیب هلیم می رسد)
- فلزهای دستهٔ d (واسطه) ← اغلب آن‌ها با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند.
- فلزهای دستهٔ d (واسطه) ← برخی(تعداد کمی) از آن‌ها(مانند عنصرهای گروه۳) با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب می‌رسند
- فلزهای دستهٔ p ← فلز آلومنیم ($_{۱۳}Al$) با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب می‌رسد اما بقیه آن‌ها(مانند $_{۳۱}Ga$ و $_{۵۰}Sn$ ) با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی رسند.

۴ به عنوان مثال ترکیب یونی منیزیم اکسید $(MgO)$ را در نظر بگیرید:

$$\begin{cases} Mg^{2+}O^{2-} \Rightarrow MgO \Rightarrow \text{۲ یون} \\ MgO \text{ مجموع قدرمطلق بار یون ها در} = |+۲| + |-۲| = ۴ \end{cases}$$

ترکیب یونی $MgO$ از دو یون (یک یون $Mg^{2+}$ و یک یون $O^{2-}$) تشکیل شده است، درحالی که مجموع قدرمطلق بار یون‌ها در آن برابر با ۴ است.

**۱۵. باتوجه به ساختار لایه‌ای روبه‌رو، که گونه‌ای پایدار را نشان می‌دهد، کدام مطالب درست است؟**




**آ) گونه‌ای با ۲۱ الکترون است که می‌تواند اتم اسکاندیم با عدد اتمی ۲۱ را نشان دهد.**

**ب) اگر شمار الکترون‌های با $l=0$ آن، دو برابر شمار الکترون‌های با $l=2$ در اتم آن باشد، یون $_{23}X^{2+}$ را نشان می‌دهد.**

**پ) می‌تواند یون $M^{3+}$ باشد که در آرایش الکترونی اتم آن، دو زیرلایه نیمه‌پر دیده می‌شود.**

**ت) شمار الکترون‌های $l=1$ آن، سه برابر شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه آن است.**

۱) «آ» و «ت» ۲) «ب» و «پ» ۳) «آ» و «ب» ۴) «پ» و «ت»

**پاسخ: گزینه ۲** دشوار - مفهومی / مهارتی | آرایش الکترونی اتم + تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

**پاسخ تشریحی:** عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

**الف** در آرایش الکترونی گونهٔ داده شده، دو الکترون در لایهٔ اول، ۸ الکترون در لایهٔ دوم و ۱۱ الکترون در لایهٔ سوم وجود دارد؛ بدین ترتیب می‌توان گفت که آرایش الکترونی این‌گونه به‌صورت: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$ می‌باشد. براساس قاعدهٔ آفبا، زیرلایهٔ ۴s، سطح انرژی پایین‌تری نسبت به زیرلایهٔ ۳d داشته و زودتر الکترون می‌گیرد؛ ببینید:

| | n | l | n+l |
|---|---|---|---|
| ۳d | ۳ | ۲ | ۵ |
| ۴s | ۴ | ۰ | ۴ |

$\Rightarrow$ ۴s زودتر از ۳d الکترون می‌پذیرد.

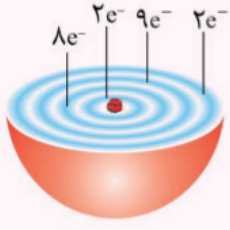
بنابراین باتوجه به این‌که در آرایش الکترونی اتم‌های خنثی، زیرلایهٔ ۴s زودتر از زیرلایهٔ ۳d الکترون می‌گیرد، این امکان وجود ندارد که در آرایش الکترونی یک اتم خنثی، زیرلایهٔ ۳d از الکترون اشغال شده باشد، اما زیرلایهٔ ۴s فاقد الکترون باشد. بدین ترتیب می‌توان گفت که گونهٔ داده شده، به یقین مربوط به یک یون مثبت (کاتیون) می‌باشد.

**نکته** همهٔ یون‌های منفی (آنیون‌ها) به آرایش پایدار گاز نجیب می‌رسند، ولی در کاتیون‌ها، کاتیون‌های پایدار فلزهای گروه ۱، ۲ و ۳ و آلومینیم $(Al)$ به آرایش گاز نجیب می‌رسند.

**موشکافی** آرایش الکترونی اتم عنصر اسکاندیم $(_{21}Sc)$ به‌صورت زیر است:

$$_{21}Sc: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$$

بنابراین ساختار لایه‌ای آن را باید به‌صورت زیر نمایش داد:



**ب** آرایش الکترونی اتم وانادیم ($_{23}V$) به‌صورت زیر است:

$$_{23}V: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,\boxed{3d^3}\,4s^2 \Rightarrow \text{شمار الکترون‌های با } l=2 = 3$$

هم‌چنین آرایش الکترونی کاتیون $_{23}V^{+}$ به‌صورت زیر است:

$$_{23}V^{2+}: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^3 \Rightarrow \text{شمار الکترون‌های با } l=0 = 6$$

در نتیجه می‌توان گفت که شمار الکترون‌های با $l=0$ در کاتیون $_{23}V^{2+}$، دو برابر شمار الکترون‌های با $l=2$ در اتم $_{23}V$ است. هم‌چنین باتوجه به آرایش الکترونی کاتیون $_{23}V^{2+}$، می‌توان گفت که ساختار لایه‌ای داده شده را می‌توان به این یون نسبت داد.

**پ** اگر ساختار لایه‌ای داده شده مربوط به کاتیون $M^{3+}$ باشد، داریم:

بعد از زیرلایهٔ $3p$، به‌ترتیب زیرلایه‌های $4s$ و $3d$ از الکترون اشغال می‌شوند؛ بنابراین اگر دو الکترون به زیرلایهٔ $4s$ و یک الکترون به زیرلایهٔ $3d$ وارد شود، آرایش الکترونی اتم $M$ به‌دست می‌آید:

$$M^{3+}: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^3 \Rightarrow M: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^4\,4s^2 \xrightarrow{\text{آرایش الکترونی استثنا}} M: 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^5\,4s^1$$

بنابراین در این حالت، عنصر $M$ همان کروم ($_{24}Cr$) خواهد بود که در آرایش الکترونی اتم آن، دو زیرلایهٔ نیمه‌پر ($3d^5$ و $4s^1$) وجود دارد.

**ت** در آرایش الکترونی گونهٔ داده شده ($1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^3$)، ۱۲ الکترون در زیرلایهٔ $p$ (زیرلایهٔ با $l=1$) و ۳ الکترون در زیرلایهٔ $3d$ (آخرین زیرلایه) وجود دارد؛ بنابراین می‌توان گفت که در این گونه، شمار الکترون‌های با $l=1$، $\frac{12}{3}=4$ برابر شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه است.

**۱۶. درصد جرمی اورانیم - ۲۳۵ در یک نمونه ۸۰۰ گرمی از اورانیم طبیعی برابر با ۰/۷٪ است. طی فرایند غنی‌سازی، این نمونه به دو بخش غنی شده و پسماند تقسیم می‌شود. اگر جرم بخش غنی شده ۱۵۰ گرم و درصد جرمی اورانیم در آن به ۳/۵٪ برسد، درصد جرمی اورانیم - ۲۳۵ در پسماند کدام است؟ (فرض کنید طی فرایند غنی‌سازی، هیچ جرمی از سامانه خارج نمی‌شود.)**

۱) ۰/۰۵۳۸ ۲) ۰/۵۳۸ ۳) ۰/۰۴۱۲ ۴) ۰/۴۱۲

**پاسخ: گزینه ۱** متوسط - محاسباتی | رادیوایزوتوپ‌ها و کاربرد آن‌ها + درصد جرمی

**پاسخ تشریحی:**

**گام اول)** جرم اورانیم $-235$ ($^{235}_{92}U$) موجود در یک نمونهٔ طبیعی اورانیم با جرم ۸۰۰ گرم را محاسبه می‌کنیم:

$$800\,g \text{ نمونه طبیعی از اورانیم} \times \frac{0/7\,g\ ^{235}_{92}U}{100\,g \text{ نمونهٔ طبیعی از اورانیم}} = 5/6\,g\ ^{235}_{92}U$$

**گام دوم)** جرم اورانیم $-235$ ($^{235}_{92}U$) موجود در بخش غنی شده و بخش پسماند را به‌دست می‌آوریم:

جرم $^{235}_{92}U$ موجود در بخش غنی شده:

$$150\,g \text{ بخش غنی شده} \times \frac{3/5\,g\ ^{235}_{92}U}{100\,g \text{ بخش غنی شده}} = 5/25\,g\ ^{235}_{92}U$$

جرم $^{235}_{92}U$ موجود در بخش پسماند:

$$5/6 - 5/25 = 0/35\,g\ ^{235}_{92}U$$

**گام سوم)** درصد جرمی اورانیم $-235$ ($^{235}_{92}U$) در بخش پسماند را حساب می‌کنیم:

جرم کل بخش پسماند، برابر با $800-150=650$ گرم است.

$$\text{درصد جرمی } ^{235}_{92}U \text{ در بخش پسماند} = \frac{\text{جرم } ^{235}_{92}U \text{ در پسماند}}{\text{جرم کل بخش پسماند}} \times 100 = \frac{0/35}{650} \times 100 \simeq 0/0538$$

**۱۷. در ارتباط با طیف نشری خطی مربوط به عنصرهای لیتیم، هلیم و سدیم، چه تعداد از عبارت‌های زیر به‌درستی بیان شده‌اند؟**

**آ) طیف نشری خطی، الگویی است که با عبور دادن نور نشر شده از ترکیب حاوی هرکدام از این سه عنصر از یک منشور به‌دست می‌آید.**

**ب) در طیف نشری خطی اتم لیتیم همانند اتم هیدروژن، فاصلهٔ نوارهای رنگی متوالی با افزایش طول موج آن‌ها به‌طور منظم زیاد می‌شود.**

**پ) در طیف نشری خطی اتم سدیم، ۷ پرتوی مرئی دیده می‌شود که همگی، طول موجی بالاتر از ۴۸۶ نانومتر دارند.**

**ت) خط نماد (بارکد) درج شده روی بسته‌بندی کالاها، نمونه‌ای از کاربرد طیف نشری خطی عنصرهای گوناگون است.**

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

**پاسخ: گزینه ۲** ساده - حفظی | نشر نور و طیف نشری

**پاسخ تشریحی:** تنها عبارت «پ» درست است.

**بررسی همهٔ عبارت‌ها:**

**الف** دقت کنید که هلیم (He) در طبیعت به شکل **تک‌اتمی** یافت شده و درواقع گازی پایدار است که واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد؛ بنابراین عبارت داده شده در ارتباط با هلیم (He) صدق نمی‌کند!

**موشکافی** طیف نشری خطی هلیم از طریق **برانگیختن اتم‌های هلیم و سپس بازگشت الکترون‌های آن از ترازهای انرژی بالاتر به ترازهای پایین‌تر** به‌دست می‌آید.

طیف نشری خطی هلیم از **گاز هلیم خالص** به‌دست می‌آید، نه از ترکیب‌های شیمیایی هلیم!

**ب** در طیف نشری خطی عنصر لیتیم (Li)، فاصلهٔ نوارهای رنگی متوالی، روند منظمی ندارند و بیشترین فاصله میان دو خط وسط می‌باشد، ببینید:




**پ** طیف نشری خطی عنصر سدیم (Na) را ببینید:




در طیف نشری خطی عنصر سدیم (Na)، ۷ خط وجود دارد. همچنین باتوجه به این‌که پرتو با طول ۴۸۶nm، مربوط به نور آبی است و در طیف نشری خطی عنصر سدیم (Na)، پرتوها همگی طول موجی بلندتر از نور آبی دارند. (پرتوهای با رنگ سبز، زرد و نارنجی)، می‌توان گفت که طول موج همهٔ پرتوهای موجود در ناحیهٔ مرئی طیف مرئی نشری خطی این عنصر، بلندتر از ۴۸۶nm است.

**نکته** تعداد خط‌های موجود در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی عنصرهای هیدروژن (H)، هلیم (He) لیتیم (Li) و سدیم (Na) به صورت جدول زیر است:

| عنصر | تعداد خطوط در ناحیهٔ مرئی |
|---|---|
| هیدروژن | ۴ |
| لیتیم | ۴ |
| هلیم | ۶ |
| سدیم | ۷ |

ت باتوجه به متن صفحهٔ ۲۳ کتاب درسی، کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها **مانند** کاربرد خط نماد (بارکد) روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری از کالاهاست؛ نه این‌که خط نماد (بارکد) نمونه‌ای از کاربرد طیف‌های نشری خطی عنصرها باشد!

**۱۸. کدام عبارت درست است؟**

۱) مطابق مدل کوانتومی اتم، بازگشت الکترون از لایهٔ سوم به لایهٔ دوم، منجر به نشر نوری خواهد شد که مشابه رنگ شعله ترکیب‌های فلز لیتیم است.

۲) هنگام بازگشت الکترون اتم هیدروژن برانگیخته از $n=۶$ به $n=۱$، شمار پرتوهای فروسرخ > شمار پرتوهای فرابنفش > شمار پرتوهای مرئی است. ( با در نظر گرفتن همهٔ حالت‌های ممکن)

۳) هرچه سطح انرژی الکترون در یک لایهٔ الکترونی بیشتر باشد، انرژی لازم برای انتقال آن الکترون به لایهٔ الکترونی بعدی نیز بیشتر خواهد بود.

۴) مدل اتمی نیلز بور علی‌رغم اینکه توانست به کمک مفاهیم لایه و زیرلایه طیف نشری خطی اتم هیدروژن را توجیه کند، اما عمر زیادی نداشت.

**پاسخ: گزینه ۲** دشوار - حفظی / مفهومی | نشر نور و طیف نشری + ساختار اتم

**پاسخ تشریحی:**

**نکته** این‌که در عنصر هیدروژن، طول موج هر انتقال در کدام گستره از امواج الکترومغناطیسی قرار می‌گیرد را برایتان آورده‌ایم:

**طول موج:** فرابنفش > نور مرئی > فروسرخ

- فرابنفش ↓: انتقال از لایه‌های بالاتر به لایهٔ اول (مانند $n=۵\rightarrow n=۱$) و انتقال از لایهٔ هفتم به لایهٔ دوم $(n=۷\rightarrow n=۲)$
- نور مرئی ↓: انتقال از لایه‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ به لایهٔ دوم $(n=۶,۵,۴,۳\rightarrow n=۲)$
- فروسرخ ↓: انتقال از لایه‌های بالاتر به یکی از لایه‌های سوم تا پنجم (مانند $n=۴\rightarrow n=۳$)

همهٔ حالت‌های ممکن هنگام بازگشت الکترون برانگیخته در اتم هیدروژن از لایهٔ با $n=۶$ به لایهٔ با $n=۱$ به‌صورت زیر است:

| تعداد | پرتو مرئی | پرتو فروسرخ | پرتوفرابنفش |
|---|---|---|---|
| ۱ | انتقال $n=۶\rightarrow n=۲$ | انتقال $n=۶\rightarrow n=۵$ | انتقال $n=۶\rightarrow n=۱$ |
| ۲ | انتقال $n=۵\rightarrow n=۲$ | انتقال $n=۶\rightarrow n=۴$ | انتقال $n=۵\rightarrow n=۱$ |
| ۳ | انتقال $n=۴\rightarrow n=۲$ | انتقال $n=۶\rightarrow n=۳$ | انتقال $n=۴\rightarrow n=۱$ |
| ۴ | انتقال $n=۳\rightarrow n=۲$ | انتقال $n=۵\rightarrow n=۴$ | انتقال $n=۳\rightarrow n=۱$ |
| ۵ | تعداد: ۴ انتقال | انتقال $n=۵\rightarrow n=۳$ | انتقال $n=۲\rightarrow n=۱$ |
| ۶ | | انتقال $n=۴\rightarrow n=۳$ | تعداد: ۵ انتقال |
| | | تعداد: ۶ انتقال | |

بنابراین می‌توان گفت که با در نظر گرفتن همهٔ حالت‌های ممکن هنگام بازگشت الکترون برانگیخته در اتم هیدروژن از لایهٔ با $n=۶$ به لایهٔ با $n=۱$ داریم:

شمار پرتوهای فروسرخ $=۶>$ شمار پرتوهای فرابنفش $=۵>$ شمار پرتوهای مرئی $=۴$

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ حواستان باشد که در **عنصر هیدروژن (H)** (و نه در همهٔ عنصرها!) انتقال الکترون از لایهٔ با $n=3$ به لایهٔ با $n=2$، منجر به نشر نور قرمز خواهد شد. هم‌چنین می‌دانیم که رنگ شعلهٔ فلز لیتیم و ترکیب‌های گوناگون آن، قرمز است.

۳ با افزایش فاصله از هسته و افزایش عدد کوانتومی اصلی لایه‌های الکترونی $(n)$، سطح انرژی لایه‌های پیرامون هسته افزایش پیدا می‌کند، اما باتوجه به این‌که تفاوت انرژی بین آن‌ها کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان گفت که هرچه سطح انرژی الکترون در یک لایهٔ الکترونی بیشتر باشد (با افزایش $n$)، انرژی لازم برای انتقال الکترون به لایهٔ الکترونی بعد **کم‌تر** خواهد بود.

۴ دقت کنید که **در مدل اتمی نیلز بور، در نظر گرفتن زیرلایه‌های الکترونی وجود نداشت** و این مفهوم در مدل کوانتومی (لایه‌ای) اتم مطرح شد!

**نکته** مقایسهٔ دو مدل اتمی بور و کوانتومی به‌صورت جدول زیر است:

| ویژگی | مدل اتمی | |
|---|---|---|
| | کوانتومی | بور |
| توانایی توجیه طیف نشری خطی هیدروژن و گونه‌های تک الکترونی | ✓ | ✓ |
| توانایی توجیه طیف نشری خطی گونه‌هایی با بیش از یک الکترون در آن (و عناصری به غیر از هیدروژن) | ✓ | ✗ |
| در نظر گرفتن کوانتومی بودن انرژی الکترون در اتم و داد و ستد انرژی در آن | ✓ | ✓ |
| در نظر گرفتن مسیر حرکت مشخص برای الکترون | ✗ | ✓ |
| در نظر گرفتن حالت‌های پایه و برانگیخته | ✓ | ✓ |
| در نظر گرفتن زیرلایه‌های الکترونی | ✓ | ✗ |

**۱۹. در مورد پرتوهای الکترومغناطیسی، کدام مطلب نادرست است؟**

۱) در یک پرتوی فروسرخ، فاصلهٔ یک قله و قعر متوالی آن می‌تواند برابر ۵۰۰ نانومتر باشد.

۲) اگر انرژی پرتوی مرئی X بیشتر از پرتوی مرئی Y باشد، هنگام عبور نور سفید خورشید از منشور، زاویهٔ پرتوی X نسبت به سطح منشور بیشتر از پرتوی Y است.

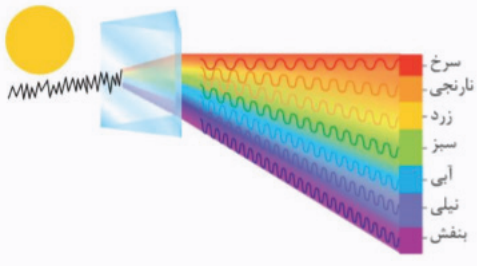
۳) طول موج پرتوهای الکترومغناطیس محدودهٔ کمتر از یک پیکومتر تا حداکثر یک متر را دربرمی‌گیرد.

۴) کنترل تلویزیون‌های معمولی اغلب با پرتوهایی کار می‌کند که طول موج بلندتر از نور مرئی دارند.

**پاسخ: گزینه ۳** متوسط - حفظی | نور، کلید شناخت جهان

**درسنامه:**

مطابق شکل روبه‌رو، نور خورشید با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا یا هنگام عبور از منشور، تجزیه شده و گستره‌ای **پیوسته** از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گسترهٔ رنگی شامل **بی‌نهایت** طول موج (نه ۷ طول موج!) از رنگ‌های گوناگون است، اما چشم ما تنها می‌تواند گسترهٔ محدودی از نور خورشید را ببیند که به آن **گسترهٔ مرئی** می‌گویند.




**مقایسهٔ طول موج نور مرئی:** سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش

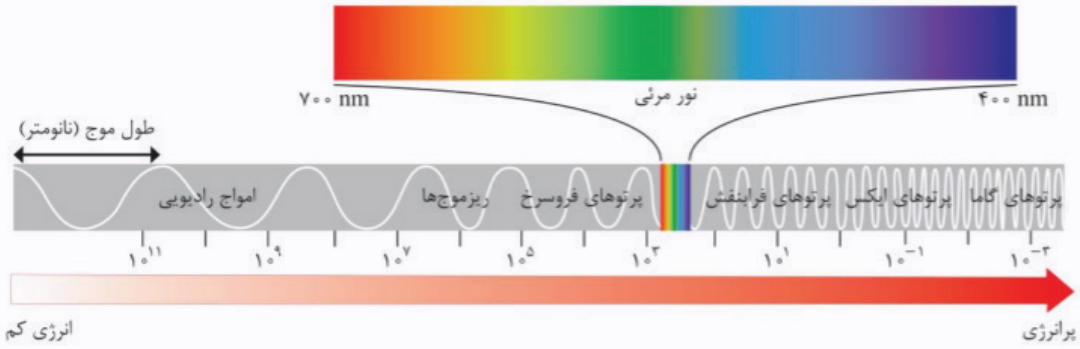
**مقایسهٔ انرژی نور مرئی:** سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش

**نکته** بین میزان (زاویه) شکست و انحراف یک پرتو مرئی در عبور از منشور، با طول موج آن، رابطهٔ وارونه وجود دارد؛ به‌طوری که هرچه طول موج پرتو تابیده شده به منشور کوتاه‌تر باشد، میزان شکست آن هنگام عبور از منشور بیشتر است.

**میزان انحراف پرتو با رنگ‌های مختلف:** سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش

طول موج پرتو کوتاه‌تر یا انرژی آن بیشتر ← زاویهٔ شکست (انحراف) پرتو با عبور از منشور، بیشتر

نور مرئی فقط بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیس است. همان‌طور که در شکل می‌بینید، نور مرئی گسترهٔ محدودی با طول موج ۴۰۰ نانومتر (رنگ بنفش) تا ۷۰۰ نانومتر (رنگ سرخ) را شامل می‌شود.




**مقایسهٔ طول موج:** امواج رادیویی > ریزموج‌ها > پرتوهای فروسرخ > نور مرئی > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای ایکس (X) > پرتوهای گاما

**مقایسهٔ انرژی:** امواج رادیویی < ریزموج‌ها < پرتوهای فروسرخ < نور مرئی < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای ایکس (X) < پرتوهای گاما

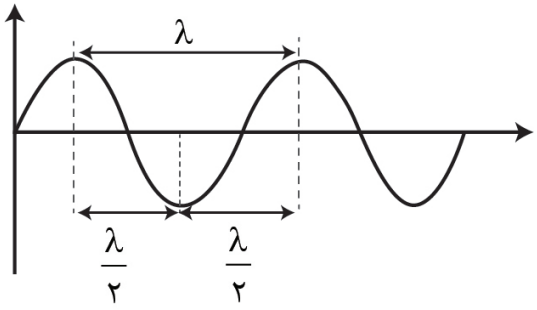
**بررسی سایر گزینه‌ها:**

طول موج پرتوهای الکترومغناطیسی می‌تواند از اعداد بسیار کم تا بسیار زیاد باشد. به‌طور مثال طول موج امواج رادیویی می‌تواند از $10^{11}$ نانومتر (۱۰۰ متر) هم بلندتر و طول موج پرتوهای گاما از $10^{-3}$ نانومتر ($10^{-12}$ متر یا ۱ پیکومتر) هم کوتاه‌تر باشد:

$$1nm = 10^{-9}m \Leftrightarrow 10^{9}nm = 1m$$

$$10^{11}nm \times \frac{1m}{10^{9}nm} = 100m \;,\; 10^{-3}nm \times \frac{1m}{10^{9}nm} = 10^{-12}m = 1pm$$

۱ فاصلهٔ یک قله و قعر متوالی در یک موج الکترومغناطیسی، معادل نصف طول موج $(\frac{1}{2}\lambda)$ آن است؛ ببینید:




طول موج پرتوهای فروسرخ، باید بیشتر از ۷۰۰nm باشد؛ بنابراین طول موج ۱۰۰۰nm را می‌توان به پرتوهای فروسرخ نسبت داد و می‌توان گفت که فاصلهٔ یک قله و قعر متوالی در یک پرتوی فروسرخ (معادل $\frac{1}{2}\lambda$)، می‌تواند ۵۰۰nm باشد.

۲ هرچه طول موج یک پرتو الکترومغناطیسی کوتاه‌تر باشد، انرژی آن بیشتر بوده و هنگام عبور از منشور، میزان انحراف و شکست آن بیشتر خواهد بود؛ بنابراین اگر انرژی پرتوی مرئی X بیشتر از پرتوی مرئی Y باشد، هنگام عبور از منشور، زاویه نسبت به سطح منشور (نشان دهندهٔ میزان انحراف و شکست هنگام عبور از منشور) برای پرتوی X نسبت به پرتوی Y، بیشتر خواهد بود.

۴ کنترل تلویزیون‌های معمولی اغلب با پرتوهای فروسرخ کار می‌کنند که طول موج آن‌ها، بیشتر از طول موج نور مرئی است.

**۲۰. با در نظر گرفتن چهار دورهٔ نخست جدول تناوبی شمار عنصرهای کدام دو مجموعه با هم برابر است؟**

**a)** عنصرهایی که اتم آن‌ها دارای ۸ الکترون ظرفیتی است.

**b)** عنصرهایی که آرایش الکترونی اتم آن‌ها به زیرلایهٔ نیمه‌پُر ختم می‌شود.

**c)** عنصرهایی که لایهٔ ظرفیت اتم آن‌ها فقط از زیرلایه یا زیرلایه‌هایی با دو الکترون تشکیل شده است.

**d)** عنصرهایی که اتم آن‌ها دارای ۱۰ الکترون با $l=2$ است.

۱) c ،a ۲) b ،a ۳) d ،c ۴) d ،b

**پاسخ: گزینه ۳** متوسط - مهارتی | آرایش الکترونی اتم

**پاسخ تشریحی:** بیایید به‌ترتیب مقادیر a، b، c و d را محاسبه کنیم:

a: در عنصرهای با عدد اتمی ۱ تا ۳۶ (چهار دورهٔ نخست جدول تناوبی)، عنصرهای گروه‌های ۱۸ (به جز هلیم (He)!) و ۸ دارای ۸ الکترون ظرفیتی در اتم خود هستند؛ بنابراین می‌توان گفت که اتم عنصرهای نئون ($_{10}Ne$)، آرگون ($_{18}Ar$) و کریپتون ($_{36}Kr$) و آهن ($_{26}Fe$) دارای ۸ الکترون ظرفیتی هستند. ⇐ ۴ عنصر

**موشکافی** آرایش الکترونی اتم این عنصرها به‌صورت زیر است:

$_{10}Ne:[_{2}He]\boxed{2s^2\,2p^6}$ $_{18}Ar:[_{10}Ne]\boxed{3s^2\,3p^6}$ $_{36}Kr:[_{18}Ar]3d^{10}\boxed{4s^2\,4p^6}$ $_{26}Fe:[_{18}Ar]\boxed{3d^6\,4s^2}$

مشخص است که شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم این ۴ عنصر، برابر با ۸ است.

b: در عنصرهای با عدد اتمی ۱ تا ۳۶ (چهار دورهٔ نخست جدول تناوبی)، آرایش الکترونی اتم عنصرهای گروه‌های ۱ و ۱۳ و هم‌چنین عنصرهای کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$) (که آرایش الکترونی آن‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند)، به زیرلایهٔ نیمه‌پر ختم می‌شود؛ بدین‌ترتیب می‌توان گفت که آرایش الکترونی عنصرهای هیدروژن ($_{1}H$)، لیتیم ($_{3}Li$)، سدیم ($_{11}Na$)، پتاسیم ($_{19}K$)، نیتروژن ($_{7}N$)، فسفر ($_{15}P$)، آرسنیک ($_{33}As$)، کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$) به زیرلایهٔ نیمه‌پر ختم می‌شود ⇐ ۹ عنصر

**موشکافی** آرایش الکترونی اتم این عنصرها به‌صورت زیر است:

$_{1}H:\boxed{1s^1}$ $_{3}Li:[_{2}He]\boxed{2s^1}$ $_{11}Na:[_{10}Ne]\boxed{3s^1}$ $_{19}K:[_{18}Ar]\boxed{4s^1}$

$_{7}N:[_{2}He]2s^2\boxed{2p^3}$ $_{15}P:[_{10}Ne]3s^2\boxed{3p^3}$ $_{33}As:[_{18}Ar]3d^{10}4s^2\boxed{4p^3}$

$_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5\boxed{4s^1}$ $_{29}Cu:[_{18}Ar]3d^{10}\boxed{4s^1}$

c: در چهار دورهٔ نخست جدول تناوبی، در اتم عنصرهای گروه‌های ۲ و ۱۴ و هم‌چنین عنصرهای هلیم ($_{2}He$) و تیتانیم ($_{22}Ti$)، لایهٔ ظرفیت اتم فقط از زیرلایه یا زیرلایه‌های دوالکترونی تشکیل شده است؛ در نتیجه در اتم عنصرهای بریلیم ($_{4}Be$)، منیزیم ($_{12}Mg$)، کلسیم ($_{20}Ca$)، کربن ($_{6}C$)، سیلیسیم ($_{14}Si$)، ژرمانیم ($_{32}Ge$)، هلیم ($_{2}He$) و تیتانیم ($_{22}Ti$)، لایهٔ ظرفیت فقط از زیرلایه یا زیرلایه‌های دو الکترونی تشکیل شده است. ⇐ ۸ عنصر

**موشکافی** آرایش الکترونی اتم این عنصرها به‌صورت زیر است:

$_{4}Be:[_{2}He]\boxed{2s^2}$ $_{12}Mg:[_{10}Ne]\boxed{3s^2}$ $_{20}Ca:[_{18}Ar]\boxed{4s^2}$

$_{6}C:[_{2}He]\boxed{2s^2\,2p^2}$ $_{14}Si:[_{10}Ne]\boxed{3s^2\,3p^2}$ $_{32}Ge:[_{18}Ar]3d^{10}\boxed{4s^2\,4p^2}$

$_{2}He:\boxed{1s^2}$ $_{22}Ti:[_{18}Ar]\boxed{3d^2\,4s^2}$

در آرایش الکترونی اتم این ۸ عنصر، لایهٔ ظرفیت تنها از زیرلایه یا زیرلایه‌های دو الکترونی تشکیل شده است.

d: در چهار دورهٔ نخست جدول تناوبی، در آرایش الکترونی اتم عنصرهای $_{29}Cu$ تا $_{36}Kr$، ۱۰ الکترون در زیرلایهٔ d (زیرلایهٔ با $l=2$) وجود دارد.
⟸ ۸ عنصر

**موشکافی** **آرایش الکترونی اتم این عنصرها به‌صورت زیر است:**

$_{29}Cu:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^1$ $_{30}Zn:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2$ $_{31}Ga:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2 4p^1$

$_{32}Ge:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2 4p^2$ $_{33}As:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2 4p^3$ $_{34}Se:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2 4p^4$

$_{35}Br:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2 4p^5$ $_{36}Kr:[_{18}Ar]\boxed{3d^{10}}4s^2 4p^6$

در آرایش الکترونی اتم این ۸ عنصر، ۱۰ الکترون در زیرلایهٔ d (زیرلایهٔ با $l=2$) وجود دارد.